

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 1 月 15 日 (15.01.2004)

PCT

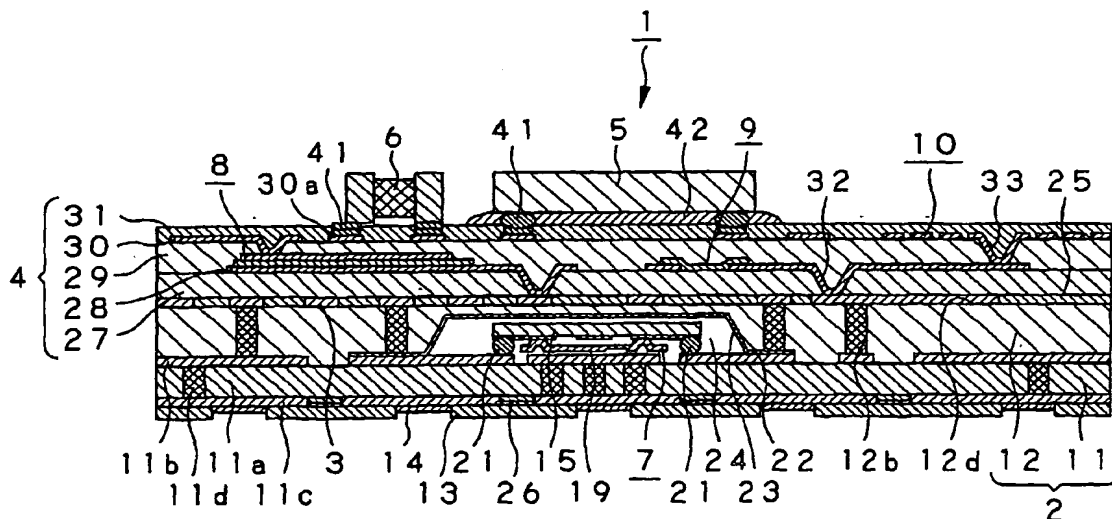
(10) 国際公開番号
WO 2004/006332 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 25/00, 23/12, H01P 1/12 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/007827 (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 奥洞 明彦 (OKUB-
ORA, Akihiko) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品
(22) 国際出願日: 2003 年 6 月 19 日 (19.06.2003) 川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 小池 晃, 外 (KOIKE, Akira et al.); 〒100-0011
(26) 国際公開の言語: 日本語 東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 7 号 大和生命ビ
(30) 優先権データ: 特願 2002-195022 2002 年 7 月 3 日 (03.07.2002) JP ル 1 1 階 Tokyo (JP).
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): ソニー株 添付公開書類:
式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 ー 国際調査報告書
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: MODULAR BOARD DEVICE AND HIGH FREQUENCY MODULE AND METHOD FOR PRODUCING THEM

(54) 発明の名称: モジュール基板装置及び高周波モジュール並びにこれらの製造方法



(57) Abstract: A high frequency module employed in a radio communication module, comprising a first organic board (11) having a conductor pattern formed on the major surface and mounting one or more element body (7) thereon, and a second organic board (12) having a recess (2) corresponding to the mounting region of the element body (7) in the surface thereof bonded to the first organic board (11). Under a state where the second organic board (12) is bonded to the first organic board (11), the recess (22) defines an element body storing space section (24) for sealing the element body (7) while sustaining moisture resistant characteristics and oxidation resistant characteristics.

(57) 要約: 本発明は、無線通信モジュールに用いられる高周波モジュールであり、主面上に導体パターンが形成されるとともに 1 個以上の素子体 (7) が実装された第 1 の有機基板 (11) と、この第 1 の有機基板 (11) との接合面に素子体 (7) の実装領域に対応して凹陥部 (22) が形成された第 2 の有機基板 (12) とを備える。第 1 の有機基板 (11) に対して第 2 の

[続葉有]



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

有機基板（12）を接合した状態において凹陷部（22）により素子体（7）を封止する耐湿特性と耐酸化特性を保持した素子体収納空間部（24）が構成されている。

明細書

モジュール基板装置及び高周波モジュール並びにこれらの製造方法

技術分野

本発明は、パーソナルコンピュータ、オーディオ機器或いは各種モバイル機器や携帯電話機等の無線通信機能を有する各種電子機器に設けられ、異なる周波数帯域での互換性を可能とする無線通信モジュールに用いて好適なモジュール基板装置及び高周波モジュール並びにこれらの製造方法に関する。

本出願は、日本国において2002年7月3日に出願された日本特許出願番号2002-195022を基礎として優先権を主張するものであり、この出願は参照することにより、本出願に援用される。

背景技術

例えば、音楽、音声或いは画像等の各種情報は、近年、データのデジタル化に伴ってパーソナルコンピュータやモバイルコンピュータ等によっても手軽に扱えるようになっている。また、これらの情報は、音声コーデック技術や画像コーデック技術により帯域圧縮が図られて、デジタル通信やデジタル放送により各種の通信端末機器に対して容易にかつ効率的に配信される環境が整いつつある。例えば、オーディオ・ビデオデータ（AVデータ）等は、有線による受信ばかりでなく携帯電話機等を介して無線により屋内外での受信も可能となっている。

ところで、データ等の送受信システムは、家庭内や小規模な地域内においても好適なネットワークシステムが構築され、様々に活用されている。ネットワークシステムとしては、例えばIEEE802.11aで提案されている5GHz帯域の狭域無線通信システム、IEEE802.11bで提案されている2.45GHz帯域の無線LANシステム或いはBluetoothと称される近距離無線通信システム等の種々の次世代ワイヤレスシステムが注目されている。データ等の送受信システムは、このような種

々のワイヤレスネットワークシステムを有効に利用して、家庭内や屋外等の様々な場所において手軽にかつ中継装置等を介することなく様々なデータの授受、インターネット網へのアクセスやデータの送受信が可能となる。

ワイヤレスネットワークシステムにおいては、各通信端末機器があらゆる通信方式に対して接続可能とされることによって、有効利用が図られる。かかるワイヤレスネットワークシステムは、通信端末機器の大型化や高コスト化を招くばかりでなく、通信インフラ側にとっても大きな負担となる。通信端末機器は、屋内ばかりでなく戸外等においても利用され、小型軽量で携帯可能であるとともに廉価であることが必須であるため、かかるワイヤレスネットワークシステムの仕様に適合するように構成することは極めて困難である。

通信端末機器においては、各通信方式や周波数帯域に対して変復調処理以下のベースバンド処理によって対応することで無線通信ユニットを単一に構成する、いわゆるソフトウェア・ディファインド・ラジオ (Software Defined Radio) 技術の開発が進められている。しかしながら、かかるSDR技術も、信号処理のための計算量が膨大となり、通信インフラ側における負担の対応を図ることができても通信端末機器側における消費電力の対応或いは集積化による大型化の対応が大きな問題であり、特に携帯型通信端末機器の実用化が困難となっている。

図1及び図2に示す無線通信モジュール100は、無線送受信機のアナログフロントエンドを構成し、同一の変復調方式若しくは異なる変復調方式に対してベースバンド部分を共有化するとともに、複数の送受信部を有して異なる周波数帯域の無線信号の送受信を可能とするいわゆるマルチ・バンド構成が図られている。無線通信モジュール100は、アンテナ部101において異なる周波数帯域の無線信号を送受信する。

無線通信モジュール100は、図1に示すように、詳細を省略するがアンテナ部101において受信した高周波信号をRF-IF変換部102において基準周波数生成回路部103から供給される基準周波数に基づいて中間周波数信号に変換し、この中間周波数信号を増幅部104において増幅した後に復調部105において復調してベースバンド部106に出力する受信信号処理系107を備える。無線通信モジュール100は、詳細を省略するがベースバンド部106から出力

された中間周波数信号を I F - R F 変換部 1 0 8 において直接高周波信号に変換するとともに復調し、増幅部 1 0 9 を介してアンテナ部 1 0 1 から送信する送信信号処理系 1 1 0 を備える。

無線通信モジュール 1 0 0 は、詳細を省略するが、各段間にそれぞれ種々のフィルタ、電圧制御発振器 (V C O : Voltage Contolled Oscillator)、表面弾性波 (S A W : Surface Acoustic Wave) デバイス等の大型機能部品が実装されるとともに、高周波アナログ回路に特有なインダクタ、キャパシタ或いはレジスタ等の受動素子を有している。無線通信モジュール 1 0 0 には、図 1 に示すように、受信信号処理系 1 0 7 の R F - I F 変換部 1 0 2 や基準周波数生成回路部 1 0 3 或いは復調部 1 0 5 に、第 1 の切換スイッチ 1 1 1 乃至第 3 の切換スイッチ 1 1 3 が設けられている。また、無線通信モジュール 1 0 0 には、送信信号処理系 1 1 0 内の I F - R F 変換部 1 0 8 や増幅部 1 0 9 にも、第 4 の切換スイッチ 1 1 4 と第 5 の切換スイッチ 1 1 5 とが設けられている。

第 1 の切換スイッチ 1 1 1 乃至第 3 の切換スイッチ 1 1 3 は、詳細を省略するが、切換動作されることによって可変コンデンサや可変リアクタンスの容量切換を行うことにより受信信号の周波数特性をマッチングするように時定数切換の制御を行う。第 4 の切換スイッチ 1 1 4 及び第 5 の切換スイッチ 1 1 5 も、詳細を省略するが、切換動作されることによって可変コンデンサや可変リアクタンスの容量切換を行うことにより送信信号の周波数特性をマッチングするように時定数切換の制御を行う。

無線通信モジュール 1 0 0 は、図 2 に示すように多層配線基板からなるモジュール基板 1 2 0 を備え、詳細を省略するがこのモジュール基板 1 2 0 の各配線層内に配線パターンとともに上述した各機能ブロックを構成する受動素子や容量パターン等が形成されることによって構成される。モジュール基板 1 2 0 には、表面上に高周波信号処理用 L S I 1 2 1 や適宜のチップ部品 1 2 2 が搭載されるとともに、電磁ノイズの影響を排除するためにシールドカバー 1 2 3 が組み付けられる。なお、モジュール基板 1 2 0 は、例えば表面のシールドカバー 1 2 3 に被覆されない部位にアンテナ部 1 0 1 を構成するアンテナパターンを形成するようにしてよい。また、モジュール基板 1 2 0 は、表面に実装したチップ型アンテナ

によりアンテナ部 101 を構成したり、別部材のアンテナから送受信信号を入出力されるようにしてもよい。

無線通信モジュール 100 は、上述した第 1 の切換スイッチ 111 乃至第 5 の切換スイッチ 115 が、図 2 に示すようにモジュール基板 120 の表面に実装される MEMS (Micro Electro Mechanical System) スイッチ 130 によって構成される。MEMS スイッチ 130 は、図 3 に示すように全体が絶縁カバ 131 によって覆われ、この絶縁カバ 131 から引き出されたリード 132 を介して上述したようにモジュール配線基板 120 に実装される。

MEMS スイッチ 130 は、図 3 に示すように、シリコン基板 133 に第 1 の固定接点 134 と、第 2 の固定接点 135 と、第 3 の固定接点 136 とが形成され、薄板状でかつ可撓性を有する可動接点片 137 が第 1 の固定接点 134 に固定されるとともに自由端を第 3 の固定接点 136 と対向させて片持ち支持されている。MEMS スイッチ 130 は、第 1 の固定接点 134 と第 3 の固定接点 136 とが出力接点として、ワイヤ 138 を介してそれぞれリード 132 と接続されている。なお、第 2 の固定接点 136 も、他のリード 132 と接続されている。可動接点片 137 には、第 2 の固定接点 135 と対向する部分に電極 139 が設けられている。

MEMS スイッチ 130 は、図 3 に示すように、シリコン基板 133 に対してシリコンカバ 140 が例えば陽極接合法等によって接合されることにより、第 1 の固定接点 134 乃至第 3 の固定接点 136 及び可動接点片 137 を気密状態に保持する。MEMS スイッチ 130 は、さらに全体を絶縁カバ 131 によって封止することによりパッケージとして一体化される。MEMS スイッチ 130 は、シリコン基板 133 とシリコンカバ 140 とにより可動部を封止するとともに絶縁カバ 131 によって全体を封止することによって、耐湿特性や耐酸化特性が維持されるとともに外部からの機械的負荷に対する耐久性が維持される。

以上のように構成された MEMS スイッチ 130 は、駆動電圧が印加されると第 2 の固定接点 135 と可動接点片 137 の電極 139 との間に生じる電磁的吸引力により、第 3 の固定接点 136 と可動接点片 137 とが短絡するとともにこの短絡状態が保持される。MEMS スイッチ 130 は、逆バイアス駆動電圧が印

加されると第2の固定接点135と電極139との間に生じる磁氣的反発力により可動接点片137が初期状態に復帰して第3の固定接点136との短絡状態が解除される。MEMSスイッチ130は、極めて微小であるとともに動作状態を保持するための保持電流を不要とするスイッチ素子であることから、無線通信モジュール100の大型化を抑え、かつ低消費電力化を図ることができる。

上述したような無線通信モジュール100は、MEMSスイッチ130により時定数の切換を行うことによってアンテナ、各フィルタ或いはVCO等の周波数特性を切り換えて同調可能に構成してなる。ところで、MEMSスイッチ130は、可動部を有するために上述したようにシリコン基板133上に第1の固定接点134乃至第3の固定接点136や配線パターンが微細に形成され、陽極接合法等によってシリコン基板133とシリコンカバー140とを接合した後に絶縁カバー131で被覆してパッケージ化されてなり、他の実装部品と同様にモジュール基板に実装される。

上述した従来の無線通信モジュール100においては、MEMSスイッチ130の寄生成分からの反射やロスによる高周波回路部への影響により特性が低下するといった問題がある。この無線通信モジュール100においては、MEMSスイッチ130がモジュール基板120の表面に実装されることによって内部回路との間のバス長が大きくなることで、干渉やロスの影響により特性が低下するといった問題がある。さらに、無線通信モジュール100においては、MEMSスイッチ130がシリコン基板133上に各構成要素を組み立てるとともに絶縁カバー131により封止してパッケージ化した構造であるため、さらなる小型化が困難である。

上述した従来の無線通信モジュール100には、例えばSAW素子（Surface Acoustic Wave Device：表面弾性波フィルタ素子）や、マイクロ波やミリ波用のIC、LSI等も実装される。これら素子は、絶縁樹脂によってコーティングした場合に特性が著しく劣化する問題がある。

発明の開示

本発明の目的は、従来の無線通信モジュールが有する問題点を解消することができる新規なモジュール基板装置及びその製造方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、素子のパッケージ化を不要として小型化と低コスト化とともに信頼性の向上を図るモジュール基板装置及びその製造方法を提供することにある。

本発明の更に他の目的は、異なる周波数帯域での互換性を可能とするMEMSスイッチや樹脂封止により特性が劣化する素子を備え、これら素子の特性と信頼性の向上を図りかつ小型化と低コスト化を図ったマルチバンド対応機能化の高周波モジュール及びその製造方法を提供することにある。

本発明に係るモジュール用基板装置は、主面上に導体パターンが形成されるとともに1個以上の素子体を実装された第1の有機基板と、この第1の有機基板との接合面に素子体の実装領域に対応して凹陷部が形成された第2の有機基板とを備える。モジュール用基板装置は、第1の有機基板に対して第2の有機基板を接合した状態において凹陷部により素子体を封止する素子体収納空間部が構成される。モジュール用基板装置は、素子体収納空間部が耐湿特性と耐酸化特性を保持した空間部として構成される。

このモジュール用基板装置は、素子体が配線層の内部に構成されるとともに耐湿特性と耐酸化特性を保持した素子体収納空間部に素子体が直接形成されることから、この素子体に耐湿特性や耐酸化特性或いは外部からの機械的負荷から保護するパッケージが不要となり小型化が図られ、配線層とのパス長が短縮化されることで低損失、耐ノイズ特性の向上が図られる。モジュール用基板装置は、素子体の経時劣化がパッケージ化された状態と同等に保持され安定した動作が行われるとともに、リフロー半田等に際して内部に浸入した水分の蒸発によるパッケージの損傷等といった不都合の発生も防止される。モジュール用基板装置は、素子体に異なる周波数帯域に対してアンテナやフィルタの容量特性を可変とするMEMSスイッチを用いることにより、小型で薄型かつ信頼性の高いマルチバンド対応機能化を図った高周波モジュールを得ることが可能となる。

本発明に係るモジュール用基板装置の製造方法は、導体パターンが形成された第1の有機基板の主面上に1個以上の素子体を実装する工程と、第1の有機基板

との接合面に素子体の実装領域に対応して凹陷部が形成された第2の有機基板を記凹陷部により構成された素子体収納空間部内に素子体を封止するようにして第1の有機基板に接合する工程とを有し、耐湿特性や耐酸化特性が保持された素子体収納空間部を有するモジュール基板装置を製造する。

本発明に係るモジュール用基板装置の製造方法は、配線層の内部に構成されるときともに耐湿特性と耐酸化特性を保持した素子体収納空間部に素子体が直接形成されることから、この素子体に耐湿特性や耐酸化特性或いは外部からの機械的負荷から保護するパッケージが不要とされ小型化が図られかつ配線層とのパス長が短縮化されることで低損失、耐ノイズ特性の向上が図られたモジュール用基板装置が製造される。このモジュール用基板装置の製造方法によれば、素子体の経時劣化がパッケージ化された状態と同等に保持され安定した動作が行われるモジュール用基板装置が、リフロー半田等に際して内部に浸入した水分の蒸発によるパッケージの損傷等といった不都合の発生も防止して効率よく製造することが可能となる。

本発明に係る高周波モジュールは、ベース基板部と、このベース基板部の主面上にビルドアップされた高周波回路部とから構成される。ベース基板部は、主面上に導体パターンが形成されるときともに素子体の実装された第1の有機基板と、この第1の有機基板との接合面に素子体の実装領域に対応して凹陷部が形成された第2の有機基板とを備え、第1の有機基板と第2の有機基板とを接合した状態において凹陷部により素子体を封止する素子体収納空間部が構成されるときともにこの素子体収納空間部が耐湿特性と耐酸化特性とを保持されかつ第1の有機基板又は第2の有機基板のいずれか一方の有機基板の接合面と対向する第2の主面が平坦化処理を施されてビルドアップ形成面を構成してなる。高周波回路部は、ベース基板部のビルドアップ形成面に、誘電絶縁層上に導体パターンが形成されるときともに薄膜技術や厚膜技術により形成された少なくとも一種以上を受動素子を有しかつベース基板部や素子体とピア接続された一層以上のビルドアップ配線層と、最上層のビルドアップ配線層上に実装された高周波回路部品とを備える。

本発明に係る高周波モジュールは、例えばアンテナやフィルタの容量特性を可変としてマルチバンド機能化を図るMEMSスイッチ、或いは樹脂コーティング

により特性が劣化する素子体等がベース基板部の配線層内に構成されるとともに耐湿特性と耐酸化特性とを保持された素子体収納空間部に直接形成されることから、この素子体に耐湿特性や耐酸化特性或いは外部からの機械的負荷から保護するパッケージが不要となり小型化が図られかつ配線層とのパス長が短縮化されることで低損失、耐ノイズ特性の向上が図られるようになる。この高周波モジュールは、素子体の経時劣化がパッケージ化された状態と同等に保持され安定した動作が行われるとともに、リフロー半田等に際して内部に浸入した水分の蒸発によるパッケージの損傷等といった不都合の発生も防止される。さらに、高周波モジュールは、比較的廉価な有機基板を有するベース基板部の平坦化されたビルドアップ形成面上に各種の受動素子を形成した高周波回路部が高精度に形成されることでコストの低減が図られるとともに、ベース基板部を例えば電源やグランド部の配線部や制御系の配線部として構成することによって高周波回路部との電氣的分離が図られる。高周波モジュールによれば、高周波回路部の電氣的干渉の発生が抑制されて特性の向上が図られ、十分な面積を有する電源やグランド部の配線がベース基板部に形成することが可能であることからレギュレーションの高い電源供給が行われる。

本発明に係る高周波モジュールの製造方法は、ベース基板部の製作工程を経てその平坦化されたビルドアップ形成面上に高周波回路部をビルドアップ形成する高周波回路部の形成工程を有する。高周波モジュールの製造方法は、ベース基板部の製作工程が、導体パターンが形成された第1の有機基板の主面上に素子体を実装する工程と、第1の有機基板との接合面に素子体の実装領域に対応して凹陥部が形成された第2の有機基板を凹陥部によって構成した素子体収納空間部内に素子体を封止するようにして第1の有機基板に接合するとともに素子体収納空間部を耐湿特性や耐酸化特性を保持した空間部として構成する工程と、第1の有機基板又は第2の有機基板の少なくともいずれか一方の有機基板の接合面と対向する第2の主面に平坦化処理を施してビルドアップ形成面を形成する工程とを有して、素子体収納空間部に不活性ガスを封入したベース基板部を形成する。高周波モジュールの製造方法は、高周波回路部の形成工程が、誘電絶縁層上に導体パターンを形成するとともに薄膜技術や厚膜技術によって少なくとも一種類以上の受

動素子を形成しかつベース基板部の第1の有機基板の導体パターンや素子体とビア接続された一層以上のビルドアップ配線層を形成する工程と、最上層のビルドアップ配線層上に高周波回路部品を実装する工程とを有してベース基板部のビルドアップ形成面上に高周波回路部を形成する。

本発明に係る高周波モジュールの製造方法は、ベース基板部の配線層内に構成されるとともに耐湿特性や耐酸化特性を保持した素子体収納空間部に素子体を直接形成することから、この素子体に耐湿特性や耐酸化特性或いは外部からの機械的負荷から保護するパッケージが不要となり小型化が図られかつ配線層とのパス長が短縮化されることで低損失、耐ノイズ特性の向上が図られた高周波モジュールが製造される。この高周波モジュールの製造方法は、素子体の経時劣化がパッケージ化された状態と同等に保持され安定した動作が行われるとともに、リフロー半田等に際して内部に浸入した水分の蒸発によるパッケージの損傷等といった不都合の発生も防止して高周波モジュールの製造が行われる。さらに、高周波モジュールの製造方法は、比較的廉価な有機基板を有するベース基板部の平坦化されたビルドアップ形成面上に各種の受動素子を有形成した高周波回路部が高精度に形成されることでコストの低減が図られるとともに、ベース基板部を例えば電源やグランド部の配線部や制御系の配線部として構成することによって高周波回路部との電氣的分離を図った高周波モジュールが製造される。高周波モジュールの製造方法によれば、高周波回路部の電氣的干渉の発生が抑制されて特性の向上が図られ、また十分な面積を有する電源やグランド部の配線がベース基板部に形成することが可能であることからレギュレーションの高い電源供給が行われる高周波モジュールが製造される。

本発明の更に他の目的、本発明によって得られる具体的な利点は、以下において図面を参照して説明される実施の形態の説明から一層明らかにされるであろう。

図面の簡単な説明

図1は、マルチ・バンド構成が図られた無線通信モジュールを回路構成を示すブロック図である。

図 2 は、従来の無線通信モジュールを示す要部縦断面図である。

図 3 は、従来の無線通信モジュールに用いられる MEMS スイッチパッケージを示す縦断面図である。

図 4 は、本発明に係る高周波モジュールを示す要部縦断面図である。

図 5 は、本発明に係る高周波モジュールに用いる両面基板を示す縦断面図である。

図 6 は、両面基板に MEMS スイッチを実装する工程を示す縦断面図である。

図 7 は、高周波モジュールに用いられる MEMS スイッチを示す要部側面図である。

図 8 は、両面基板に有機絶縁ブロック体を接合する工程を示す縦断面図である。

図 9 は、有機絶縁ブロック体に形成する配線パターン及びスルーホール工程を示す縦断面図である。

図 10 は、ベース基板部のビルドアップ形成面を平坦化する工程を示す縦断面図である。

図 11 は、高周波回路部の第 1 の誘電絶縁層を形成する工程を示す縦断面図である。

図 12 は、高周波回路部の第 1 の配線層を形成する工程を示す縦断面図である。

図 13 は、第 1 の配線層にキャパシタ素子とレジスタ素子とを形成する工程を示す縦断面図である。

図 14 は、高周波回路部の第 2 の誘電絶縁層を形成する工程を示す縦断面図である。

図 15 は、高周波回路部の第 2 の配線層及びインダクタ素子を形成する工程を示す縦断面図である。

図 16 は、ベース基板部及び高周波回路部に保護層を形成する工程を示す縦断面図である。

図 17 は、ベース基板部及び高周波回路部に電極を形成する工程を示す縦断面図である。

図 18 は、MEMS スイッチをワイヤボンディング実装した高周波モジュールの要部縦断面図である。

図 1 9 は、本発明に係る高周波モジュールの他の例を示す縦断面図である。

図 2 0 は、高周波モジュールに用いる両面基板を示す縦断面図である。

図 2 1 は、両面基板にシールド層を形成する工程を示す縦断面図である。

図 2 2 は、シールド層に接続用開口部を形成する工程を示す縦断面図である。

図 2 3 は、両面基板に MEMS スイッチを実装する工程を示す縦断面図である。

図 2 4 は、両面基板に有機絶縁ブロック体を接合する工程を示す縦断面図である。

図 2 5 は、本発明に係る高周波モジュールの更に他の例を示す縦断面図である。

図 2 6 は、ベース基板部の構成を示す縦断面図であり、両面基板と有機絶縁ブロック体との接合状態を示す。

図 2 7 は、ベース基板部の構成を示す要部縦断面図であり、換気孔を閉塞した状態を示す。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

まず、本発明を適用した高周波モジュールを説明すると、この高周波モジュールは、例えばパーソナルコンピュータやオーディオ機器或いは各種モバイル機器や携帯電話機等の無線通信機能を有する各種電子機器に用いられて無線送受信部のアナログフロントエンドを構成する。

本発明に係る高周波モジュール 1 は、図 4 に示すように、同一の変復調方式若しくは異なる変復調方式に対してベースバンド部分を共有化するとともに、異なる周波数帯域の無線信号の送受信を可能とする送受信部を有していわゆるマルチ・バンド構成が図られている。この高周波モジュール 1 は、詳細は後述するが、ベース基板部製作工程により形成されたベース基板部 2 と、このベース基板部 2 の第 1 の主面を平坦化して構成されたビルドアップ形成面 3 上に高周波回路部製作工程によりビルドアップ形成された高周波回路部 4 とから構成される。

高周波モジュール 1 は、詳細な説明は省略するが受信信号処理系や送信信号処理系の回路部を備え、上述した従来の無線通信モジュール 1 0 0 と同等の機能を

有している。高周波モジュール1は、ベース基板部2が高周波回路部4に対する電源系や制御系の配線部或いは図示しないインターポーザに対する実装面を構成している。高周波モジュール1は、高周波回路部4の最上層面を実装面として、高周波IC5やチップ部品6が実装されるとともに、図示しないシールドカバーが組み付けられて表面全体が封止されてなる。

高周波モジュール1には、ベース基板部2の内部にMEMSスイッチ7が封止されて搭載され、このMEMSスイッチ7を切換動作することによって受信信号処理系や送信信号処理系の可変コンデンサや可変リアクタンスの容量切換が行われて受信信号や送信信号の周波数特性をマッチングするように時定数の切換の制御を行う。高周波モジュール1には、後述する高周波回路部形成工程において、高周波回路部4内に配線層とともにキャパシタ素子8、レジスタ素子9或いはインダクタ素子10が成膜形成されている。

ベース基板部2は、第1の有機基板である両面基板11をベース基板とし、この両面基板11にMEMSスイッチ7を実装するMEMSスイッチ実装工程と、両面基板11に対して第2の有機基板である有機絶縁ブロック体12を接合する接合工程と、有機絶縁ブロック体12に配線パターン12aやビア12bを形成する配線形成工程と、有機絶縁ブロック体12の表面を平坦化してビルドアップ形成面3を形成する平坦化工程等を経て形成される。両面基板11は、図5に示すように、有機基板11aの表裏主面に配線パターン11b、11cを形成するとともにこれら配線パターン11b、11c間をスルーホール11dを介して接続してなる。

両面基板11は、有機基板11aが低誘電率かつ低 $\tan \delta$ 特性、すなわち良好な高周波特性を有するとともに耐熱性や耐薬品性或いは耐湿性や耐気密性に優れた熱可塑性合成樹脂、例えばポリオレフィン系樹脂、液晶ポリマ(LCP)或いはポリフェニールエチレン(PPE)等によって成形される。両面基板11は、従来用いられている配線パターン形成方法、例えばアディティブ法等が施されることによって、図5に示すように有機基板11aの表裏主面に配線パターン11b、11cが形成されるとともにスルーホール11dが形成される。両面基板11は、予め貫通孔が形成された有機基板11aの表裏主面に、メッキレジストに

よるパターンニングを行い、無電解銅メッキで導体パターンを形成した後にメッキレジストを除去することによって形成される。

なお、両面基板 11 は、例えばセミアディティブ法によって形成することも可能であり、或いは銅張り基板を用いてサブトラクティブ法により形成することも可能である。有機基板 11 a については、後述するように防湿処理や気密処理を施すことにより、上述した基板材料ばかりでなく、フェノール樹脂、ビスマレイドトリアジン (B T - r e s i n)、ポリイミド、ポリテトラフルオロエチレン、ポリノルボルネン (P N B)、ガラスエポキシ、セラミック或いはセラミックと有機基材の混合体等からなる基板材料を用いることができる。

両面基板 11 は、第 1 の配線パターン 11 b が電源回路部やグランド部等を構成するとともに、第 2 の配線パターン 11 c がインターポーザ等への実装部を構成する。両面基板 11 は、詳細を後述するように、第 2 の配線パターン 11 c を被覆するソルダレジストからなる保護層 13 が形成されるとともに入出力端子電極 14 が形成されてなる。

両面基板 11 には、例えばフリップチップ法による MEMS スイッチ実装工程が施されて、図 6 に示すように第 1 の配線パターン 11 b の所定位置に MEMS スイッチ 7 が実装される。MEMS スイッチ 7 は、基本的な構成を上述した MEMS スイッチパッケージ 130 と同様に構成されるが、図 7 に示すように絶縁カバー 131 やシリコンカバー 140 を有しないいわゆるベア状態で用いられる。したがって、MEMS スイッチ 7 は、MEMS スイッチパッケージ 130 と比較して全体が薄型に構成される。

MEMS スイッチ 7 は、図 7 に示すようにシリコン基板 15 上に第 1 の固定接点 16 と、第 2 の固定接点 17 と、第 3 の固定接点 18 とが形成され、第 1 の固定接点 16 に対して薄板状でかつ可撓性を有する可動接点片 19 が片持ち支持されている。MEMS スイッチ 7 には、シリコン基板 15 に第 1 の固定接点 16 や第 3 の固定接点 18 と一体にそれぞれ接続パッド 16 a、18 a が形成されている。MEMS スイッチ 7 は、可動接点片 19 が自由端を第 3 の固定接点 18 と対向されるとともに、第 2 の固定接点 17 と対向する位置に電極 20 が設けられている。

MEMSスイッチ実装工程においては、図7中に鎖線で示すようにMEMSスイッチ7の第1の固定接点16や第3の固定接点18の接続パッド16a、18a上にそれぞれ金ボールパンプ21を形成する。MEMSスイッチ実装工程においては、詳細を省略するが両面基板11の第1の配線パターン11bに形成した接続パッド上にニッケル-金メッキを施して電極を形成する。なお、電極は、ニッケル層の厚みが4 μ m乃至5 μ m、金層の厚みが0.3 μ m以上に形成される。

MEMSスイッチ実装工程においては、MEMSスイッチ7が両面基板11に対して、シリコン基板15を上側にして金ボールパンプ21によって対向間隔を保持された状態で位置決め載置される。MEMSスイッチ実装工程においては、例えば両面基板11を80℃乃至120℃程度に加熱した状態で金ボールパンプ21を数十g程度に加圧しながら超音波を印加することにより、両面基板11上にMEMSスイッチ7を実装する。なお、MEMSスイッチ実装工程は、かかる超音波フリップチップ実装法に限定されず、適宜のベアチップ実装法により両面基板11上にMEMSスイッチ7を実装するようにしてもよい。

両面基板11には、MEMSスイッチ7を実装した主面上に有機絶縁ブロック体12を接合する接合工程が施される。有機絶縁ブロック体12も、低誘電率かつ低Tan δ 特性、すなわち良好な高周波特性を有するとともに耐熱性や耐薬品性或いは耐湿性に優れた熱可塑性合成樹脂、例えばポリオレフィン系樹脂、液晶ポリマ(LCP)或いはポリフェニールエチレン(PPE)等によって成形されてなる。また、有機絶縁ブロック体12は、例えばフェノール樹脂、ビスマレイドトリアジン(BT-resin)、ポリイミド、ポリテトラフルオロエチレン、ポリノルボルネン(PNB)、ガラスエポキシ、セラミック或いはセラミックと有機基材の混合体等も用いることができる。有機絶縁ブロック体12は、両面基板11の全面を被覆するに足る外形とMEMSスイッチ7の高さよりもやや大きな厚みを有する矩形状のブロック体として形成されている。

有機絶縁ブロック体12には、図8に示すように、両面基板11との接合面12cに、MEMSスイッチ7を被覆するに足る開口形状を有する凹陷部22が形成されている。凹陷部22は、その内面に金属シールド層23が成膜されることにより、後述するようにMEMSスイッチ7を被覆した状態において耐湿性や気

密性が保持されるように構成される。金属シールド層 2 3 は、例えばメッキにより樹脂成形品に対して三次元的に電気回路を形成する M I D 法 (Molded Interconnect Device) 等により成膜される。金属シールド層 2 3 については、蒸着法により成膜するようにしてもよい。

接合工程は、上述した両面基板 1 1 と有機絶縁ブロック体 1 2 とを、例えば窒素ボックス等の不活性ガス雰囲気に供給し、図 8 に示すように両面基板 1 1 に対して有機絶縁ブロック体 1 2 を位置合わせして重ね合わせた状態で例えば超音波溶着法等を施すことにより一体化する。両面基板 1 1 と有機絶縁ブロック体 1 2 とは、接合した状態で凹陷部 2 2 により構成した M E M S スイッチ収納空間部 2 4 内に M E M S スイッチ 7 を封止する。

接合工程は、上述したように両面基板 1 1 と有機絶縁ブロック体 1 2 とを窒素ボックス内で接合することから、M E M S スイッチ収納空間部 2 4 内に窒素ガスを封入する。したがって、M E M S スイッチ 7 は、M E M S スイッチ収納空間部 2 4 内に耐湿特性及び耐酸化特性を保持して実装されることから、構成各部の酸化や可動接点片 1 9 の貼り付き等が防止されて耐久性と動作安定性の向上が図られる。また、M E M S スイッチ 7 は、いわゆるベア実装されることにより高周波モジュール 1 の小型化とともに薄型化が図られるとともに、外部からの機械的負荷等に対しても保護されてなる。

高周波モジュール 1 は、M E M S スイッチ収納空間部 2 4 を内部に水分の浸入を防止するように耐湿特性に優れることから、後述するようにリフロー半田工程時に浸入した水分が蒸発して M E M S スイッチ収納空間部 2 4 が破裂するといったような事故を防止できる。高周波モジュール 1 は、凹陷部 2 2 の内面に金属シールド層 2 3 が形成されることにより M E M S スイッチ収納空間部 2 4 が電磁シールド空間部として構成されることで、M E M S スイッチ 7 への電磁ノイズの影響が低減され安定した動作が可能となる。

有機絶縁ブロック体 1 2 には、図 9 に示すように、配線形成工程が施されて主面 1 2 d 上に所定の配線パターン 1 2 a が形成されるとともに、両面基板 1 1 の第 1 の配線パターン 1 1 b との接続を図るビア 1 2 b が形成される。配線形成工程は、有機絶縁ブロック体 1 2 の所定位置にドリル法やレーザ法或いはプラズマ

法等により第1の配線パターン11bをストッパにしてビア孔を形成し、各ビア孔にデスミア処理を施す。配線形成工程は、一般的に行われている配線パターン形成方法、例えばアディティブ法或いはセミアディティブ法等が施されることにより、図9に示すように主面12dに配線パターン12aを形成する。また、配線形成工程は、配線パターン12aとともに、ビア孔内に導通処理を施した後にメッキ法により蓋形成が行われてビア12bが形成される。

両面基板11と有機絶縁ブロック体12には、平坦化工程が施されることにより、図10に示すように平坦なビルドアップ形成面3を有するベース基板部2が形成される。有機絶縁ブロック体12には、配線パターン12aを被覆して所定の厚みを有する絶縁樹脂層25が形成されるとともに、この絶縁樹脂層25に研磨処理が施される。両面基板11にも、第2の配線パターン11cを被覆して所定の厚みを有する絶縁樹脂層26が形成されるとともに、この絶縁樹脂層26に研磨処理が施される。研磨処理には、例えばアルミナとシリカの混合液からなる研磨材が用いられ、配線パターン12a及び第2の配線パターン11cが露出するまで絶縁樹脂層25及び絶縁樹脂層26を研磨する。

なお、研磨処理は、両面基板11側について、第2の配線パターン11cを露出させずにわずかな厚みで絶縁樹脂層26を残すようにしてもよく、後述する高周波回路部製作工程において第2の配線パターン11cを薬品や機械的或いは熱的負荷から保護する。絶縁樹脂層26は、両面基板11に入出力電極14を形成する際に除去される。研磨処理については、例えば反応性化学エッチング法(RI E:Reactive Ion Etching)やプラズマエッチング法(PE:Plasma Etching)等のドライエッチング法によって絶縁樹脂層25及び絶縁樹脂層26を研磨して平坦化を行うようにしてもよい。

ベース基板部2は、両面基板11をベースとして上述した各工程を経て製作されるが、かかる工程に限定されるものではない。ベース基板部2は、例えば8cm以上のワーク上で多数個を同時に製作するようにしてもよい。ベース基板部2は、基本的な工程を従来の多層配線基板の製作工程と同様とすることで、多層配線基板の製作プロセスを適用することも可能であり大規模な設備投資が不要となる。ベース基板部2は、比較的廉価な両面基板11をベースにして製作するよう

にしたが、後述するようにさらに廉価な銅張り基板や樹脂付銅箔を接合してなる基板等の適宜の基板をベースとして製作することも可能である。

上述した工程を経て製作されたベース基板部 2 には、高周波回路部形成工程が施されて有機絶縁ブロック体 1 2 のビルドアップ形成面 3 上に高周波回路部 4 が形成される。高周波回路部形成工程は、第 1 の誘電絶縁層形成工程と、第 1 の金属薄膜層成膜工程と、第 1 の配線層形成工程とを有する。第 1 の配線層形成工程においては、後述するようにキャパシタ素子 8 とレジスタ素子 9 とが成膜形成される。高周波回路部形成工程は、第 2 の誘電絶縁層形成工程と、第 2 の金属薄膜層成膜工程と、第 2 の配線層形成工程と、レジスト層形成工程と、部品実装工程とを有する。第 2 の配線層形成工程においては、後述するようにインダクタ素子 1 0 が成膜形成される。

高周波回路部 4 は、図 4 に示すように第 1 の誘電絶縁層 2 7 と、第 1 の配線層 2 8 と、第 2 の誘電絶縁層 2 9 と、第 2 の配線層 3 0 と、この第 2 の配線層 3 0 を被覆保護する保護層 3 1 の 5 層構造からなる。高周波回路部形成工程は、高周波回路部 4 が多層に構成される場合に、誘電絶縁層形成工程と配線層形成工程とが必要な回数を繰り返される。

高周波回路部 4 は、図 4 に示すように、第 1 の配線層 2 8 が、ビア 3 2、さらにビア 1 2 b を介してベース基板部 2 側の第 1 の配線パターン 1 1 b と層間接続されてなる。高周波回路部 4 は、第 1 の配線層 2 8 と第 2 の配線層 3 0 とが、ビア 3 3 を介して層間接続されてなる。高周波回路部 4 には、第 1 の配線層 2 8 内にキャパシタ素子 8 とレジスタ素子 9 が成膜形成されている。高周波回路部 4 には、第 2 の配線層 3 0 内にインダクタ素子 1 0 が成膜形成されている。なお、高周波回路部 4 は、必要に応じて表面に図示しないシールドカバーが組み付けられて電磁ノイズの影響が排除される。

次に、高周波回路部 4 の製作工程について、図 1 1 乃至図 1 7 を参照して詳細に説明する。第 1 の誘電絶縁層形成工程は、ベース基板部 2 のビルドアップ形成面 3 上に絶縁性誘電材を塗布して、図 1 1 に示すように第 1 の誘電絶縁層 2 7 を成膜する。絶縁性誘電材には、ベース基板 5 と同様に高周波特性に優れかつ耐熱性や耐薬品性及び少なくとも 1 6 0 ℃ 以上の高耐熱性に優れた有機絶縁基材が用

いられる。絶縁性誘電材には、例えばベンゾシクロブテン（BCB）、ポリイミド、ポリノルボルネン（PNB）、液晶ポリマ（LCP）、ビスマレイドトリアジン（BT-レジン）、ポリフェニールエチレン（PPE）或いはエポキシ樹脂やアクリル系樹脂が用いられる。成膜方法としては、塗布均一性、厚み制御性が保持されるスピンコート法、カーテンコート法、ロールコート法或いはディップコート法等が適用される。

第1の誘電絶縁層27には、図11に示すようにベース基板部2側の第1の配線パターン11bに形成された電極部に連通する多数個のビアホール32が形成される。各ビアホール32は、絶縁性誘電材として感光性樹脂を用いた場合には、所定のパターンニングに形成されたマスクを第1の誘電絶縁層27に取り付けてフォトリソグラフィ法により形成される。各ビアホール32は、絶縁性誘電材として非感光性樹脂を用いた場合には、例えばフォトレジストや金等の金属膜等をマスクとして、第1の誘電絶縁層27に反応性化学エッチング等のドライエッチング法を施して形成される。

第1の金属薄膜形成工程は、図12に示すように第1の誘電絶縁層27上に例えばスパッタリング法等により、Cu、Al、Pt、Au等の金属薄膜層34を薄膜形成する。第1の金属薄膜形成工程においては、第1の誘電絶縁層27と金属薄膜層34との密着性を向上させるために、バリア層として例えばCr、Ni、Ti等の金属薄膜を形成するようにしてもよい。金属薄膜層34は、例えば厚みが50nmのTi層と、厚みが500nmのCu層との2層からなり、第1の誘電絶縁層27の主面上に全面に亘って成膜形成される。

第1の配線層形成工程は、金属薄膜層34に対して、レジスタ素子9の形成部位にエッチングを施す工程と、全面に亘ってTa₂N層35を形成する工程と、Ta₂N層35のレジスタ素子9が形成される領域に陽極酸化処理を施してTa₂O層36を形成する工程と、不要なTa₂N層35及び金属薄膜層34とを除去して所定のパターンニングを行って第1の配線層28を形成する工程とを有する。第1の配線層形成工程においては、レジスタ素子9の形成領域に対応する金属薄膜層34に対して、例えば硝酸、硫酸及び酢酸系の混合酸からなるエッチング液を用いて除去するエッチング処理を施す。第1の配線層形成工程においては、レジスタ

素子 9 の形成領域を含む金属薄膜層 3 4 の全面を被覆するようにして、例えばスパッタリング法等により図 1 2 に示すように T a N 層 3 5 が成膜形成される。

T a N 層 3 5 は、金属薄膜層 3 4 が除去された領域において抵抗体として作用することで第 1 の配線層 2 8 内にレジスタ素子 9 を構成する。T a N 層 3 5 は、後述するようにキャパシタ素子 8 を成膜する際に陽極酸化により形成される酸化タンタル (T a O) 誘電体膜のベースとして作用する。T a N 層 3 5 は、例えばスパッタリング法により第 1 の誘電絶縁層 2 7 或いは金属薄膜層 3 4 上に 2 0 μ m 程度の厚みを以って成膜形成される。なお、T a N 層 3 5 は、T a 薄膜であってもよい。

第 1 の配線層形成工程においては、キャパシタ素子 8 の形成領域の下電極を開口部によって外方に臨ませその他の部分を被覆する陽極酸化用マスク層の形成処理が施される。陽極酸化用マスク層は、例えば容易にパターニングが可能なフォトレジストを用い、次工程の陽極酸化処理時の印加電圧に対して被覆部分が十分な絶縁性を保持することが可能であればよく、数 μ m 乃至数十 μ m の厚みを以って形成される。なお、陽極酸化用マスク層については、薄膜形成が可能であるその他の絶縁材料、例えば酸化シリコン材 (S i O₂) を用いてパターニング形成してもよい。

第 1 の配線層形成工程においては、陽極酸化用マスク層を成膜形成した後に陽極酸化処理を行って、開口部から露出したキャパシタ素子部 8 の下電極に対応する T a N 層 3 5 を選択的に陽極酸化する。陽極酸化処理は、例えば電解液としてホウ酸アンモニウムが用いられ、5 0 v 乃至 2 0 0 v の電圧を印加する。印加電圧は、陽極酸化用マスク層の開口部に対応して形成される T a O 誘電体膜の膜厚を所望の厚みに形成するために適宜調整される。第 1 の配線層形成工程においては、この陽極酸化処理によって開口部に対応した T a N 層 3 5 が選択的に酸化されて、後述するキャパシタ素子 8 の誘電体材料となる T a O 層 3 6 を形成する。

第 1 の配線層形成工程においては、フォトレジスト層として機能する陽極酸化用マスク層にフォトリソグラフ処理が施され、エッチング処理により金属薄膜層 3 4 の不要部位が除去されて図 1 3 に示すように所定の第 1 の配線層 2 8 が形成される。第 1 の配線層形成工程においては、陽極酸化用マスク層が除去された状

態で、T a O 層 3 6 上にスパッタリング法等により形成されたT i - C u 膜からなる上電極 3 7 が成膜形成されて第 1 の配線層 2 8 内にキャパシタ素子 8 が形成される。なお、金属薄膜層 3 4 については、上述したように高周波帯域において線路損失の小さいC u 薄膜によって形成したが、エッチング液に耐性を有する例えばA l 、 P t 或いはA u の金属薄膜によって形成するようにしてもよい。

第 1 の配線層形成工程においては、陽極酸化用マスク層を介して金属薄膜層 3 4 のキャパシタ素子 8 とレジスタ素子 9 との形成部位に対応してT a N 層 3 5 を選択的に陽極酸化するようにしたが、かかる工程に限定されるものではない。第 1 の配線層形成工程は、陽極酸化用マスク層にフォトレジストを用いたが、酸化シリコン材を用いる場合には第 1 の配線層 2 8 をパターンニングする際に陽極酸化用マスク層上にフォトレジストが塗布されてフォトリソグラフ処理が施される。また、第 1 の配線層形成工程は、T a N 層を全面に亘って陽極酸化させた後に、形成されたT a N + T a O 層をパターンニングするようにしてもよい。第 1 の配線層形成工程は、かかる処理を施した場合にレジスタ素子 9 の対応部分に形成されたT a N 層も表面が陽極酸化されることにより、この酸化膜が保護膜としてレジスタ素子 9 を長期的に安定した状態に保持する。

第 1 の配線層 2 8 には、その主面上に上述した第 1 の誘電絶縁層 2 7 の形成工程と同様の工程と同様の絶縁性誘電材による第 2 の誘電絶縁層形成工程が施されて、均一な厚みの第 2 の誘電絶縁層 2 9 が成膜される。第 2 の誘電絶縁層形成工程においては、第 2 の誘電絶縁層 2 9 に、図 1 4 に示すように第 1 の配線層 2 8 に形成された電極部に連通する多数個のビアホール 3 3 を形成する。第 2 の誘電絶縁層 2 9 には、第 2 の配線層形成工程が施される。

第 2 の配線層形成工程は、金属薄膜層を成膜形成する工程と、この金属薄膜層のパターンニング工程と、金属薄膜パターンに対する電解メッキ処理を施す工程等からなる。金属薄膜層形成工程は、上述した第 1 の配線層形成工程の金属薄膜層 3 4 の形成工程と同様に、スパッタリング法等によってその主面上にT i - C u 層を成膜形成する。パターンニング工程は、金属薄膜層の全面にフォトレジストを塗布した後にフォトリソグラフ処理を施すことにより、図 1 5 に示すように第 2 の配線層 3 0 に対応する配線パターンを形成する。

電解メッキ工程は、例えば金属薄膜層に厚みが約 $12\mu\text{m}$ 程度のメッキ用レジスト層をパターン形成した後に、金属薄膜層を電解取出用電極として電解銅メッキを行う。金属薄膜層には、メッキ用レジスト層の開口部位に約 $10\mu\text{m}$ 以上の銅メッキ層がリフトアップ形成される。電解メッキ工程においては、メッキ用レジスト層を洗浄除去するとともに、例えばウエットエッチング処理を施して不要な金属薄膜層を除去することで銅メッキ層により所定のパターンからなる第2の配線層30を成膜形成する。第2の配線層形成工程においては、上述した電解メッキ工程によって、第2の配線層30の一部にインダクタ素子10が成膜形成される。インダクタ素子10は、電解メッキ法により厚膜形成されることで所定の特性を有する十分な膜厚を以って成膜形成される。

第2の配線層30には、保護層形成工程が施されて、その主面上に保護層31が成膜形成される。保護層31は、例えばソルダレジストや層間絶縁層材料等の保護層材がスピンコート法等により均一に塗布されて形成される。第2の配線層形成工程においては、保護層31に対してマスクコーティング処理及びフォトリソグラフ処理を施して、図16に示すように第2の配線層30に形成された電極30aに対応して多数個の開口部38が形成される。第2の配線層形成工程においては、開口部38を介して露出された電極30aに対して例えば無電解Ni-Auメッキ処理或いはNi-Cuメッキ処理等を施すことによって、図17に示すように電極30a上にNi-Au層を成膜して電極形成を行う。

一方、ベース基板部2には、図16に示すように、上述したように両面基板11の底面側に形成された第2の配線パターン11cを被覆して保護層13が形成されている。保護層13には、上述した高周波回路部4側の保護層31と同様にソルダレジスト等をスピンコート法等により均一に塗布されて形成される。なお、保護層13と保護層31は、例えばディップ法により同時に形成することも可能である。保護層13には、開口部38の形成工程と同様にマスクコーティング処理及びフォトリソグラフ処理を施すことにより、図16に示すように第2の配線パターン11cに形成された電極に対応して多数個の開口部39が形成される。ベース基板部2は、開口部39を介して第2の配線パターン11cの電極上に無電解Ni-Auメッキ処理を施して入出力端子電極14が形成される。

以上の工程を経てベース基板部 2 上に積層形成された高周波回路部 4 には、図 4 に示すように、電極 30 a により保護層 31 上に高周波 IC 5 やチップ部品 6 がフリップチップ法等の適宜の表面実装法により実装される。実装工程は、高周波 IC 5 やチップ部品 6 に詳細を省略するそれぞれの接続パッドに金バンプ 41 が設けられており、印刷法等によって電極 30 a 上に半田を供給された高周波回路部 4 に対して位置決めされて載置される。実装工程は、この状態でリフロー半田を施すことにより、高周波 IC 5 及びチップ部品 6 が高周波回路部 4 上に電氣的に接続されて実装され高周波モジュール 1 が製造される。なお、実装工程においては、必要に応じて洗浄工程を施すとともに、図 4 に示すように、高周波 IC 5 と保護層 31 との間にアンダーフィル樹脂 42 が充填される。

以上の工程を経て製造された高周波モジュール 1 は、ベース基板部 2 の入出力端子電極 14 を介して図示しないインターポーザ等に適宜の実装法により実装される。高周波モジュール 1 は、例えば入出力端子電極 14 に金バンプが設けられて、接続電極上に半田を供給されたインターポーザ上に位置決め載置されてリフロー半田を施すことによって実装される。

高周波モジュール 1 は、上述したようにベース基板部 2 の内部にアンテナやフィルタの容量特性を可変としてマルチバンド機能化を図る MEMS スイッチ 7 を窒素ガス雰囲気中で耐湿特性及び耐酸化特性を保持して封入したことにより、MEMS スイッチ 7 の動作特性や耐久性の向上が図られる。高周波モジュール 1 は、MEMS スイッチ 7 をベース基板部 2 の内部に設けたことにより、各配線層とのパス長が短縮化されることで低損失、耐ノイズ特性の向上が図られる。高周波モジュール 1 は、パッケージ化されていない MEMS スイッチ 7 を用いることにより小型化、薄型化が図られる。

高周波モジュール 1 は、比較的廉価な両面基板 11 を有するベース基板部 2 の平坦化されたビルドアップ形成面 3 上に受動素子 8 乃至 10 を成膜形成した高周波回路部 4 が高精度に形成される。したがって、高周波モジュール 1 は、特性の向上とコストの低減が図られるとともに、ベース基板部 2 を電源やグランド部の配線部や制御系の配線部として構成することによって高周波回路部 4 との電氣的分離が図られるようになる。高周波モジュール 1 は、高周波回路部 4 の電氣的干

渉の発生が抑制されて特性の向上が図られ、また十分な面積を有する電源やグラウンド部の配線がベース基板部 2 に形成することが可能であることからレギュレーションの高い電源供給が可能となる。

上述した高周波モジュール 1 においては、MEMS スイッチ 7 を両面基板 1 1 の第 1 の配線パターン 1 1 b に対してフリップチップ実装してベース基板部 2 内に構成した MEMS スイッチ収納空間部 2 4 内に収納したが、かかる構成に限定されるものでない。図 1 8 に示した高周波モジュール 4 5 は、MEMS スイッチ 7 をワイヤボンディング法により両面基板 1 1 と接続して MEMS スイッチ収納空間部 2 4 内に収納される。なお、高周波モジュール 4 5 は、MEMS スイッチ 7 の実装方法を除いて他の構成を上述した高周波モジュール 1 と共通にするので共通する部分には共通の符号を付して詳細な説明を省略する。

MEMS スイッチ 7 は、例えばシリコン基板 1 5 の底面に接着剤が塗布され、図 1 8 に示すように両面基板 1 1 の実装領域に位置決めされて載置されて接合される。MEMS スイッチ 7 は、第 1 の固定接点 1 6 や第 3 の固定接点 1 8 の接続パッド 1 6 a、1 8 a とが、第 1 の配線パターン 1 1 b に電極形成が施された接続パッドとの間にワイヤボンディング法を施してワイヤ 4 6 によりそれぞれ接続される。

高周波モジュール 4 5 は、MEMS スイッチ収納空間部 2 4 が、MEMS スイッチ 7 の可動接点片 1 9 の動作領域を保持するに足る高さを有すればよく、より薄型化を図ることが可能である。なお、両面基板 1 1 は、第 1 の配線パターン 1 1 b の接続パッドが MEMS スイッチ 7 の実装領域を囲んで形成される。

図 1 9 乃至図 2 4 に示したモジュール基板 5 0 は、両面基板 5 1 として、一般的な配線基板の基材として用いられるやや吸湿特性が低いガラスエポキシ基板やセラミックフィラーを分散した基材が用いられる。モジュール基板 5 0 は、後述するように両面基板 5 1 の少なくとも一方の主面 5 1 a にシールド層 5 2 を形成した構成に特徴を有している。モジュール基板 5 0 は、上述したベース基板部 2 と基本的な構成を共通にしているので、共通する部分には、共通の符号を付して詳細な説明は省略する。

両面基板 5 1 には、図 2 0 に示すように表裏主面 5 1 a、5 1 b にそれぞれ第

1の配線パターン11bと第2の配線パターン11cとが形成されている。両面基板51には、図21に示すようにMEMSスイッチ7を実装する第1の主面51aに、その全面を被覆するようにしてシールド層52が形成される。シールド層52は、耐湿特性及び酸素等の活性気体分子の不透過特性すなわち耐酸化特性を有する例えば酸化珪素(SiO_2)膜、窒化珪素(Si_3N_4)膜、炭化珪素(SiC)膜、窒化ホウ素(BN)膜或いはダイヤモンド・ライク・カーボン(DLC: Diamond Like Carbon)膜からなる。

シールド層52は、上述した素材により成膜することにより、成膜時に両面基板51からアウトガスを生じさせない100℃程度の低温条件で成膜することが可能である。シールド層52は、酸化珪素膜や炭化珪素膜を、例えばスパッタ法により成膜する。シールド層52は、窒化珪素膜を光アシスト環境の化学蒸着法(CVD: Chemical Vapor Deposition)により、またDLC膜をCVD法により成膜する。

シールド層52には、全面にフォトレジストを塗布した後にフォトリソグラフ処理を施すと同時にドライエッチング法によって、図22に示すように第1の配線パターン11bの接続パッドに対応した部位に開口部53が形成される。接続パッドには、開口部53を介してニッケル-金メッキが施されて電極が形成される。

両面基板51には、図23に示すように、第1の主面51a上にMEMSスイッチ7が実装される。MEMSスイッチ7の実装方法については、上述した第1の実施の形態と同様に例えばフリップチップ法により行われる。MEMSスイッチ7には、第1の固定接点16や第3の固定接点18上にそれぞれ金ボールバンプ21が形成され、これら金ボールバンプ21を開口部53を介して第1の配線パターン11bの接続パッドに押し付けて加熱状態で超音波を印加することにより、図23に示すように両面基板51に実装する。

両面基板51には、第1の主面51a上に、図24に示した有機絶縁ブロック体54が接合される。有機絶縁ブロック体54も、一般的な配線基板の基材として用いられるやや吸湿特性が低いガラスエポキシやセラミックフィラーを分散した素材を用い、両面基板51の全面を被覆するに足る外形とMEMSスイッチ7

の高さよりもやや大きな厚みを有する矩形ブロックとして成形される。有機絶縁ブロック体 54 には、両面基板 51 との接合面 54a に MEMS スイッチ 7 を被覆するに足る開口形状を有する凹陥部 55 が形成されている。凹陥部 55 は、後述するように有機絶縁ブロック体 54 が両面基板 51 に接合された状態において、内部に MEMS スイッチ 7 を耐湿特性と耐酸化特性を保持して封止する MEMS スイッチ収納空間部を構成する。

有機絶縁ブロック体 54 には、凹陥部 55 を含む接合面 54a の全面に、上述した両面基板 51 側のシールド層 52 と同様にシールド層 56 が成膜されている。なお、シールド層 56 については、凹陥部 55 の内面にも形成することから、例えば MID 法によって成膜される金属メッキ層によって構成するようにしてもよい。有機絶縁ブロック体 54 には、凹陥部 55 を除く接合面 54a に接着剤層 57 が塗布形成される。接着剤層 57 は、多層基板の製造工程において一般に用いられる紫外線硬化型接着剤や熱硬化型接着剤が用いられる。なお、紫外線硬化型接着剤を用いる場合には、有機絶縁ブロック体 54 が紫外線透過特性を有する。

上述した両面基板 51 と有機絶縁ブロック体 54 は、窒素ボックス内において凹陥部 55 内に MEMS スイッチ 7 を収納するようにして互いに位置決めされて組み合わされて接合されることにより、図 19 に示すモジュール基板 50 を製作する。モジュール基板 50 は、凹陥部 55 がシールド層 52 とシールド層 56 とによって耐湿特性と耐酸化特性を保持された MEMS スイッチ収納空間部を構成して MEMS スイッチ 7 を封止する。モジュール基板 50 は、両面基板 51 や有機絶縁ブロック体 54 を比較的廉価な素材により形成することから、コスト低減が図られる。

モジュール基板 50 には、有機絶縁ブロック体 54 の主面に適宜の配線パターン 58 が形成される。この配線パターン 58 は、ビア 59 を介して第 1 の配線パターン 51a と層間接続されている。モジュール基板 50 は、配線パターン 58 を形成した主面に平坦化処理を施すとともに、上述した高周波回路部 4 が積層形成されて高周波モジュールを構成する。なお、モジュール基板 50 は、両面基板 51 と有機絶縁ブロック体 54 とを例えば超音波溶着法等を施すことにより一体化するようにしてもよい。モジュール基板 50 は、両面基板 51 と有機絶縁プロ

ック体 5 4 のいずれか一方を上記したベース基板部 2 の両面基板 1 1 や有機絶縁ブロック体 1 2 の素材と同様に耐熱性や耐薬品性或いは耐湿性に優れた素材により成形することでシールド層を不要としてもよい。モジュール基板 5 0 は、かかる素材により成形した場合でも、シールド層を形成することにより信頼性の向上が図られるようになる。

上記したベース基板部 2 及びモジュール基板 5 0 は、MEMS スイッチ 7 の実装工程と両面基板 1 1、5 1 と有機絶縁ブロック体 1 2、5 4 の接合工程を窒素ガス雰囲気中において行うことにより、MEMS スイッチ収納空間部 2 4、5 5 の内部に窒素ガスを封入してなる。

次の図 2 5 乃至図 2 7 に示す高周波モジュール 6 0 は、有機絶縁ブロック体 1 2 が接合されてベース基板部 6 1 を構成する両面基板 6 2 に換気孔 6 3 が形成されてなる。高周波モジュール 6 0 は、MEMS スイッチ 7 の実装工程と、両面基板 6 2 と有機絶縁ブロック体 1 2 との接合工程が大気雰囲気中において行われる。高周波モジュール 6 0 は、その他の構成を上記した高周波モジュール 1 と同等とすることから、対応する部位に同一符号を付して説明を省略する。

両面基板 6 2 には、図 2 6 に示すように一方の主面上に、MEMS スイッチ 7 がフリップチップ法により実装される。MEMS スイッチ 7 の実装工程は、大気雰囲気中において行われる。両面基板 6 2 には、図 2 6 に示すように MEMS スイッチ 7 の実装領域に表裏主面を貫通する換気孔 6 3 が形成されている。両面基板 6 2 には、MEMS スイッチ 7 の実装工程を経て、主面上に有機絶縁ブロック体 1 2 が接合されてベース基板部 6 1 を構成する。この有機絶縁ブロック体 1 2 の接合工程も、大気雰囲気中において行われる。

ベース基板部 6 1 は、この状態において換気孔 6 3 が MEMS スイッチ収納空間部 2 4 に連通するとともに、MEMS スイッチ収納空間部 2 4 が大気雰囲気にある。ベース基板部 6 1 は、図示しないが換気孔 6 3 に換気装置が接続され、この換気孔 6 3 を介して MEMS スイッチ収納空間部 2 4 内の空気抜き操作が行われる。ベース基板部 6 1 は、換気装置により、MEMS スイッチ収納空間部 2 4 内を略真空状態とした後に窒素ガスの充填操作が行われる。

ベース基板部 6 1 は、MEMS スイッチ収納空間部 2 4 内に窒素ガスを充填し

た後に、両面基板 6 2 の底面側から換気孔 6 3 に金属や気密性に優れたガラス或いは樹脂等の充填材 6 4 を充填することにより、図 2 7 に示すようにこの換気孔 6 3 を閉塞する。ベース基板部 6 1 は、MEMS スイッチ収納空間部 2 4 内に窒素ガスが封入されることにより、MEMS スイッチ 7 を耐湿特性及び耐酸化特性を保持して収納する。なお、ベース基板部 6 1 は、両面基板 6 2 の底面側についても、ソルダレジスト等を塗布して形成した絶縁樹脂層 2 6 とともに充填材 6 4 も研磨処理を施されることにより全体が平坦化される。

以上のようにして製作されたベース基板部 6 1 には、有機絶縁ブロック体 1 2 の主面上に配線パターン 1 2 a が形成され、さらに絶縁樹脂層が成膜形成されるとともに研磨処理が施されて平坦化されたビルドアップ形成面 3 が形成される。ベース基板部 6 1 には、このビルドアップ形成面 3 上に高周波回路部 4 が積層形成されるとともに、この高周波回路部 4 上に高周波 IC 5 やチップ部品 6 が実装されて高周波モジュール 6 0 を製造する。

なお、高周波モジュール 6 0 は、両面基板 6 2 に換気孔 6 3 を形成したが、有機絶縁ブロック体 1 2 側に換気孔を形成するようにしてもよい。有機絶縁ブロック体 1 2 は、その主面が平坦化されたビルドアップ形成面 3 を構成して高周波回路部 4 が積層形成されることから、換気孔を閉塞する充填材も研磨処理が施されて平坦化されるようにする。

なお、上述した各例においては、ベース基板部 2 内に MEMS スイッチ収納空間部 2 4 を形成して MEMS スイッチ 7 を耐湿特性及び耐酸化特性を保持して封止するようにしたが、本発明はかかる構成に限定されるものではない。高周波モジュールは、MEMS スイッチ収納空間部 2 4 内に、素子体として MEMS スイッチ 7 とともに例えば可動部を有する表面弾性波素子 (SAW) 等の素子体を封止するようにしてもよい。勿論、高周波モジュールは、表面弾性波素子を、ベース基板部 2 内に MEMS スイッチ収納空間部 2 4 と同様に形成した収納空間部に封止するようにしてもよい。

本発明に係る高周波モジュールは、素子体として、可動部を有する素子体ばかりでなく例えば樹脂コートすることによって著しく特性が劣化するマイクロ波やミリ波用の IC チップや LSI チップについても、ベース基板部 2 内に収納空間

部を形成して封止するようにしてもよい。かかる収納空間部も、MEMSスイッチ収納空間部24と同様に耐湿特性を保持されて形成され、素子体が十分な特性が発揮されるようにするとともに外部からの機械的負荷等に対して保護を図りかつリフロー半田時の損傷等を生じることもない。

なお、本発明は、図面を参照して説明した上述の実施例に限定されるものではなく、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な変更、置換又はその同等のものを行うことができることは当業者にとって明らかである。

産業上の利用可能性

上述したように、本発明によれば、素子体が配線層の内部に構成されるとともに耐湿特性と耐酸化特性を保持した素子体収納空間部に素子体が直接形成されることから、この素子体に耐湿特性や耐酸化特性或いは外部からの機械的負荷から保護するパッケージが不要となり小型化が図られかつ配線層とのパス長が短縮化されることで低損失、耐ノイズ特性の向上が図られたモジュール用基板装置が得られる。また、本発明によれば、素子体の経時劣化がパッケージ化された状態と同等に保持され安定した動作が行われるとともに、リフロー半田等を施す際に、素子体収納空間部の内部に浸入した水分の蒸発による損傷等といった不都合の発生も防止され、精度の高いモジュール用基板装置が効率よく得られる。

さらに、本発明によれば、アンテナやフィルタの容量特性を可変としてマルチバンド機能化を図るMEMSスイッチや樹脂コーティングにより特性が劣化する素子体等がベース基板部の配線層内に構成されるとともに耐湿特性と耐酸化特性とを保持された素子体収納空間部に直接形成されることから、この素子体に耐湿特性や耐酸化特性或いは外部からの機械的負荷から保護するパッケージが不要となり小型化が図られかつ配線層とのパス長が短縮化されることで低損失、耐ノイズ特性の向上が図られた高周波モジュールが得られる。さらにまた、本発明によれば、素子体の経時劣化がパッケージ化された状態と同等に保持され安定した動作が行われるとともに、リフロー半田等に際して内部に浸入した水分の蒸発によるパッケージの損傷等といった不都合の発生も防止され、精度の高い高周波モジ

ジュールが効率よく得られる。さらにまた、本発明によれば、比較的廉価な有機基板を有するベース基板部の平坦化されたビルドアップ形成面上に各種の受動素子を形成した高周波回路部が高精度に形成されることで、コストの低減が図られるとともに、ベース基板部を例えば電源やグランド部の配線部や制御系の配線部として構成することによって高周波回路部との電气的分離を図った高周波モジュールが得られる。本発明によれば、高周波回路部の電气的干渉の発生が抑制されて特性の向上が図られ、また十分な面積を有する電源やグランド部の配線がベース基板部に形成することが可能であることからレギュレーションの高い電源供給が行われる高周波モジュールが得られる。

請求の範囲

1. 主面上に導体パターンが形成されるとともに、1個以上の素子体の実装された第1の有機基板と、

上記第1の有機基板との接合面に上記素子体の実装領域に対応して凹陷部が形成された第2の有機基板とを備え、

上記第1の有機基板に対して上記第2の有機基板を接合した状態において上記凹陷部により上記素子体を封止する素子体収納空間部が構成されるとともに、この素子体収納空間部を耐湿特性及び耐酸化特性を保持して構成したことを特徴とするモジュール基板装置。

2. 上記第1の有機基板及び上記第2の有機基板が、耐湿性を有する有機素材若しくは有機素材との混合材によって形成されることを特徴とする請求の範囲第1項記載のモジュール基板装置。

3. 上記素子体収納空間部を構成する上記第1の有機基板の素子実装領域と上記第2の有機基板の凹陷部とに耐湿特性及び耐酸化特性を有するシールド層を形成したことを特徴とする請求の範囲第1項記載のモジュール基板装置。

4. 上記シールド層が、低温条件において成膜可能な少なくとも一層以上の酸化珪素層、窒化珪素層、炭化珪素層、窒化ホウ素層或いはダイヤモンド・ライク・カーボン層からなることを特徴とする請求の範囲第3項記載のモジュール基板装置。

5. 上記シールド層が、少なくとも一層以上の金属層からなり、上記素子体収納空間部に耐湿特性及び耐酸化特性とともに耐電磁波特性を付与することを特徴とする請求の範囲第3項記載のモジュール基板装置。

6. 上記第1の有機基板又は上記第2の有機基板に、上記素子体収納空間部に連通する空気抜き孔が形成され、上記空気抜き孔が、上記素子体収納空間部から空気を抜いて不活性ガスを充填した後に封止されることを特徴とする請求の範囲第1項記載のモジュール基板装置。

7. 上記素子体が、可動部を有するメカニカル・エレクトリカル・マイクロ・システム素子、表面弾性波フィルタ素子或いは高周波素子、集積回路素子であるこ

とを特徴とする請求の範囲第 1 項記載のモジュール基板装置。

8. 上記第 1 の有機基板又は第 2 の有機基板の少なくともいずれか一方の有機基板が、接合面と対向する第 2 の主面上に少なくとも一層以上のビルドアップ配線層が形成されることを特徴とする請求の範囲第 1 項記載のモジュール基板装置。

9. 上記第 2 の主面が、研磨処理を施されて平坦化されたビルドアップ形成面として構成されることを特徴とする請求の範囲第 8 項記載のモジュール基板装置。

10. 上記ビルドアップ配線層が、薄膜技術や厚膜技術により少なくとも一種類以上の受動素子が成膜形成された高周波回路部として構成されることを特徴とする請求の範囲第 8 項記載のモジュール基板装置。

11. 導体パターンが形成された第 1 の有機基板の主面上に 1 個以上の素子体を実装する工程と、

上記第 1 の有機基板との接合面に上記素子体の実装領域に対応して凹陷部が形成された第 2 の有機基板を、上記凹陷部により構成された素子体収納空間部内に上記素子体を封止するようにして上記第 1 の有機基板に接合する工程とを有し、

上記素子体収納空間部が耐湿特性及び耐酸化特性を保持された空間部として構成されることを特徴とするモジュール基板装置の製造方法。

12. 上記第 1 の有機基板と第 2 の有機基板との接合工程が、不活性ガス雰囲気中で行われることを特徴とする請求の範囲第 11 項記載のモジュール基板装置の製造方法。

13. 上記第 1 の有機基板又は上記第 2 の有機基板に、上記素子体収納空間部に連通する空気抜き孔が形成されており、

上記第 1 の有機基板と第 2 の有機基板との接合工程に続いて、上記空気抜き孔を介して上記素子体収納空間部内の空気を抜く工程と、上記空気抜き孔を介して上記素子体収納空間部内に不活性ガスを充填する工程と、上記空気抜き孔を閉塞する工程とが施されることを特徴とする請求の範囲第 11 項記載のモジュール基板装置の製造方法。

14. 上記第 1 の有機基板と第 2 の有機基板との接合工程が、上記第 1 の有機基板と第 2 の有機基板のいずれか一方の接合面に接着シートを貼り付ける工程と、上記第 1 の有機基板と第 2 の有機基板とを位置決めして組み合わせる工程と、上

記第1の有機基板と第2の有機基板とを圧着する工程とからなることを特徴とする請求の範囲第11項記載のモジュール基板装置の製造方法。

15. 上記第1の有機基板と第2の有機基板との接合工程が、上記第1の有機基板と第2の有機基板とを位置決めして組み合わせる工程と、第1の有機基板と第2の有機基板の接合面に超音波を印加して溶着する工程とからなることを特徴とする請求の範囲第11項記載のモジュール基板装置の製造方法。

16. 上記第1の有機基板と第2の有機基板との、少なくとも上記素子収納空間部を構成する素子体実装領域と凹陥部とに低温条件において成膜可能な少なくとも一層以上の酸化珪素、窒化珪素、炭化珪素、窒化ホウ素或いはダイヤモンド・ライク・カーボンからなるシールド材によりシールド層を形成する工程を有し、

上記シールド層により、上記素子収納空間部が耐湿特性及び耐酸化特性を保持された空間部として構成されることを特徴とする請求の範囲第11項記載のモジュール基板装置の製造方法。

17. 上記第1の有機基板と第2の有機基板との、少なくとも上記素子収納空間部を構成する素子体実装領域と凹陥部とに少なくとも一層以上の金属膜からなるシールド層を形成する工程を有し、

上記シールド層により、上記素子収納空間部が耐湿特性及び耐酸化特性とともに耐電磁波特性を保持された空間部として構成されることを特徴とする請求の範囲第11項記載のモジュール基板装置の製造方法。

18. 上記第1の有機基板又は第2の有機基板の少なくともいずれか一方の有機基板の接合面と対向する第2の主面の全面に絶縁樹脂層を形成する工程と、上記絶縁樹脂層に研磨処理を施して上記第2の主面を平坦なビルドアップ形成面とする工程と、このビルドアップ形成面上に薄膜技術や厚膜技術により形成された少なくとも一種類以上の受動素子を有する一層以上のビルドアップ配線層を形成する工程とを有することを特徴とする請求の範囲第11項記載のモジュール基板装置の製造方法。

19. 主面上に導体パターンが形成されるとともに素子体の実装された第1の有機基板と、この第1の有機基板との接合面に上記素子体の実装領域に対応して凹陥部が形成された第2の有機基板とを備え、上記第1の有機基板と上記第2の有

機基板とを接合した状態において上記凹陷部により上記素子体を封止する素子体収納空間部が構成されるとともにこの素子体収納空間部が耐湿特性及び耐酸化特性を保持された空間部として構成されかつ上記第1の有機基板又は第2の有機基板のいずれか一方の有機基板の接合面と対向する第2の主面がビルドアップ形成面を構成してなるベース基板部と、

上記ベース基板部のビルドアップ形成面に、誘電絶縁層上に導体パターンが形成されるとともに薄膜技術や厚膜技術により形成された少なくとも一種類以上の受動素子を有しかつ上記ベース基板部や上記素子体とビア接続された一層以上のビルドアップ配線層と、最上層のビルドアップ配線層上に実装された高周波回路部品とを有する高周波回路部とから構成され、

上記高周波回路部が、平坦化処理を施された上記ベース基板部の上記ビルドアップ形成面上に積層形成されることを特徴とする高周波モジュール。

20. 上記ベース基板部に実装された上記素子体が1個以上のメカニカル・エレクトロニカル・マイクロ・システム・スイッチであり、切替操作が行われることによって上記高周波回路部のビルドアップ配線層に形成された容量パターンの容量特性を切り換えることを特徴とする請求の範囲第19項記載の高周波モジュール。

21. 上記ベース基板部に形成された上記素子体収納空間部が、上記第1の有機基板の素子実装領域と上記第2の有機基板の凹陷部とに少なくとも一層以上の金属層からなるシールド層が形成されることにより、耐湿特性及び耐酸化特性とともに耐電磁波特性を保持された空間部として構成されることを特徴とする請求の範囲第19項記載の高周波モジュール。

22. 導体パターンが形成された第1の有機基板の主面上に素子体を実装する工程と、上記第1の有機基板との接合面に上記素子体の実装領域に対応して凹陷部が形成された第2の有機基板を上記凹陷部により構成された素子体収納空間部内に上記素子体を封止するようにして上記第1の有機基板に接合する工程と、上記第1の有機基板又は第2の有機基板の少なくともいずれか一方の有機基板の接合面と対向する第2の主面に平坦化処理を施してビルドアップ形成面を形成する工程とを経て、上記素子体収納空間部を耐湿特性及び耐酸化特性を保持された空間部として構成してなるベース基板部を製作する工程と、

上記ベース基板部のビルドアップ形成面に、誘電絶縁層上に導体パターンを形成するとともに薄膜技術や厚膜技術によって少なくとも一種類以上の受動素子を形成しかつ上記第1の有機基板の導体パターンや上記素子体とビア接続された一層以上のビルドアップ配線層を形成する工程と、最上層のビルドアップ配線層上に高周波回路部品を実装する工程とを経て高周波回路部を形成する工程と

を有することを特徴とする高周波モジュールの製造方法。

23. 上記ベース基板部の製作工程において、上記第1の有機基板と第2の有機基板との接合工程が、不活性ガス雰囲気中で行われることを特徴とする請求の範囲第22項記載の高周波モジュールの製造方法。

24. 上記素子体収納空間部に連通する空気抜き孔が形成された上記第1の有機基板又は上記第2の有機基板が用いられ、

上記ベース基板部の製作工程において、上記第1の有機基板と第2の有機基板との接合工程の次工程として、上記空気抜き孔を介して上記素子体収納空間部内の空気を抜く工程と、上記空気抜き孔を介して上記素子体収納空間部内に不活性ガスを充填する工程と、上記空気抜き孔を閉塞する工程とを施して上記素子体収納空間部に不活性ガスを封入することを特徴とする請求の範囲第22項記載の高周波モジュールの製造方法。

25. 上記第1の有機基板と第2の有機基板との接合工程が、上記第1の有機基板と第2の有機基板のいずれか一方の接合面に接着シートを貼り付ける工程と、上記第1の有機基板と第2の有機基板とを位置決めして組み合わせる工程と、上記第1の有機基板と第2の有機基板とを圧着する工程とからなることを特徴とする請求の範囲第22項記載の高周波モジュールの製造方法。

26. 上記第1の有機基板と第2の有機基板との接合工程が、上記第1の有機基板と第2の有機基板とを位置決めして組み合わせる工程と、第1の有機基板と第2の有機基板の接合面に超音波を印加して溶着する工程とからなることを特徴とする請求の範囲第22項記載の高周波モジュールの製造方法。

27. 上記ビルドアップ配線層の形成工程が、上記ベース基板部の上記ビルドアップ形成面の全面に感光性誘電体層を形成する工程と、ビア形成工程と、上記感光性誘電体層上に導体パターンを形成する工程とを経て第1の配線層を形成する

とともに、この第1の配線層上に同様の工程を経て上層の配線層を順次形成し、最上層の配線層に対して、ソルダレジスト層の形成工程と、電極形成工程とを施して高周波回路部品を実装することを特徴とする請求の範囲第22項記載の高周波モジュールの製造方法。

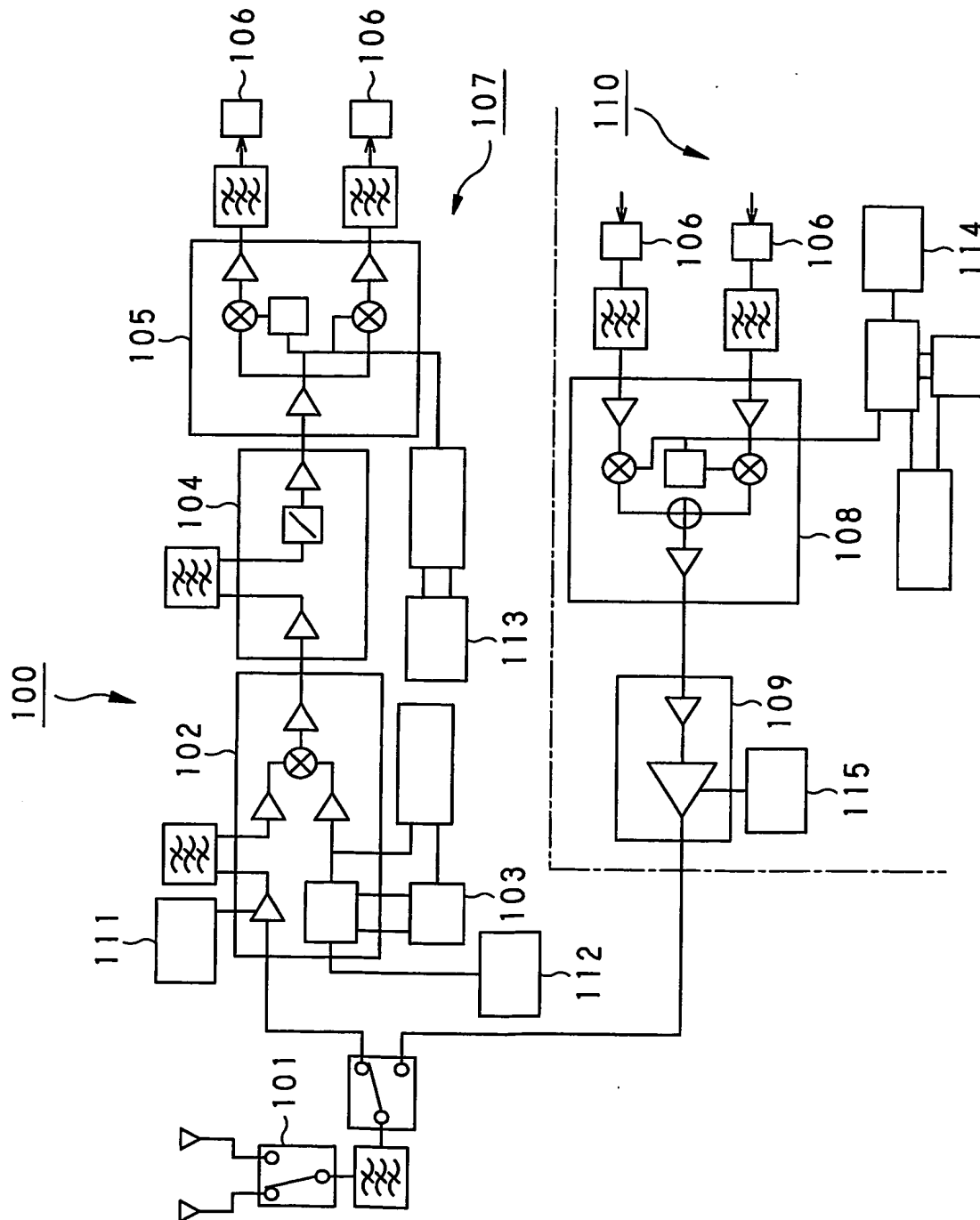


FIG.1

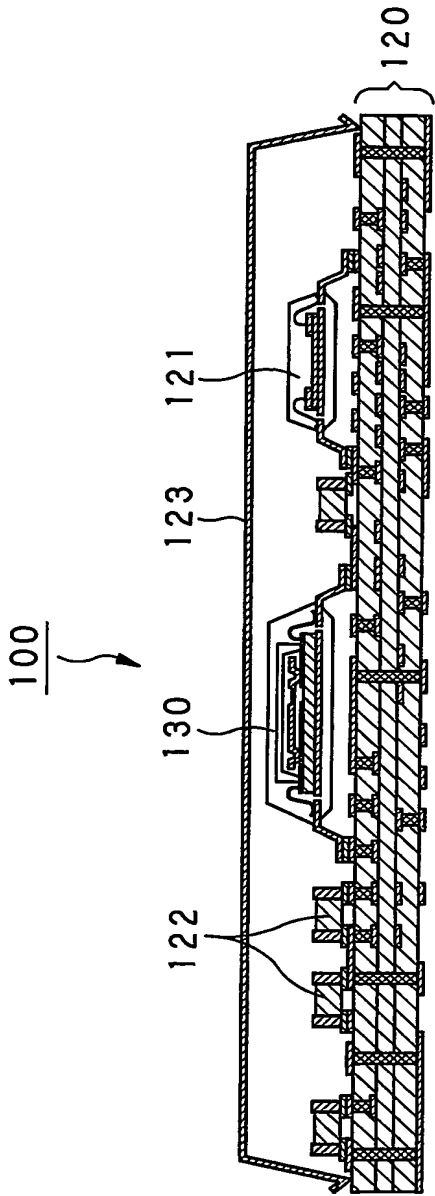


FIG.2

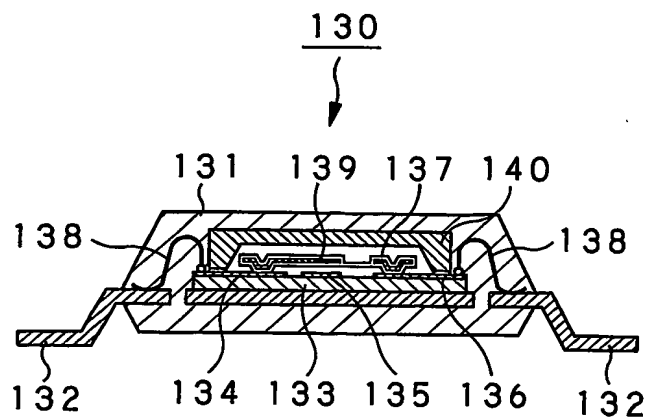


FIG.3

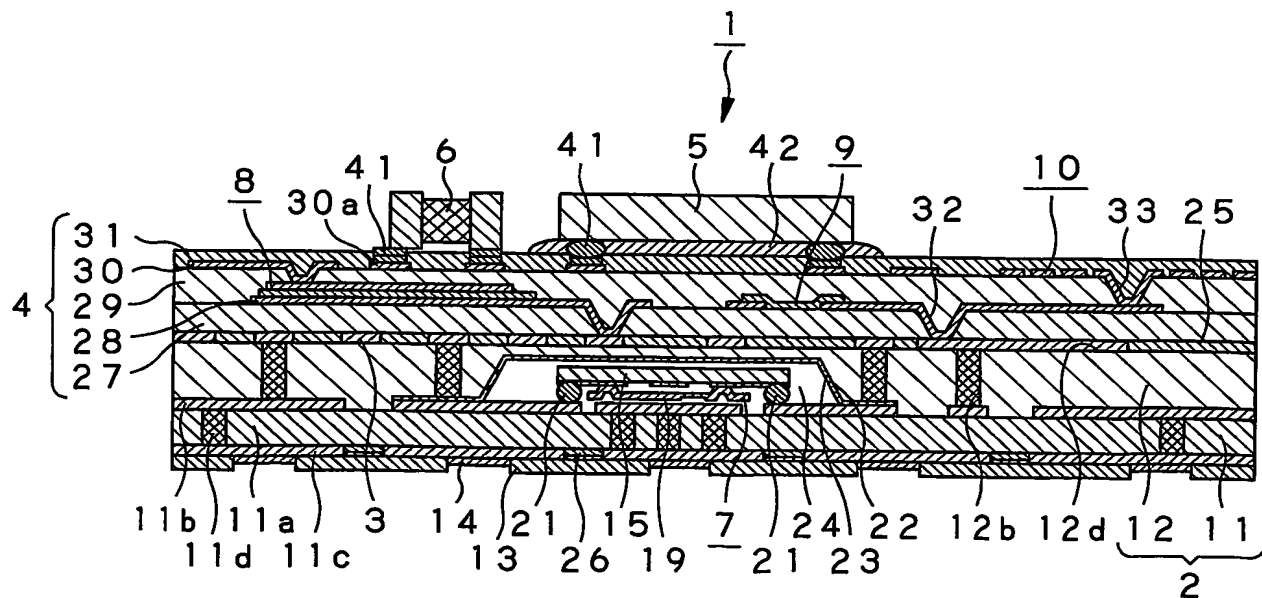


FIG.4

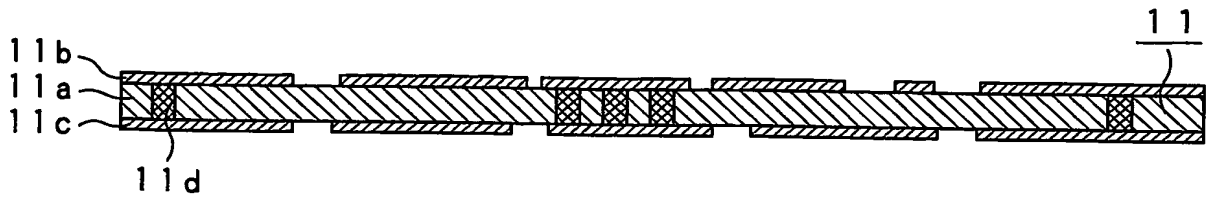


FIG. 5

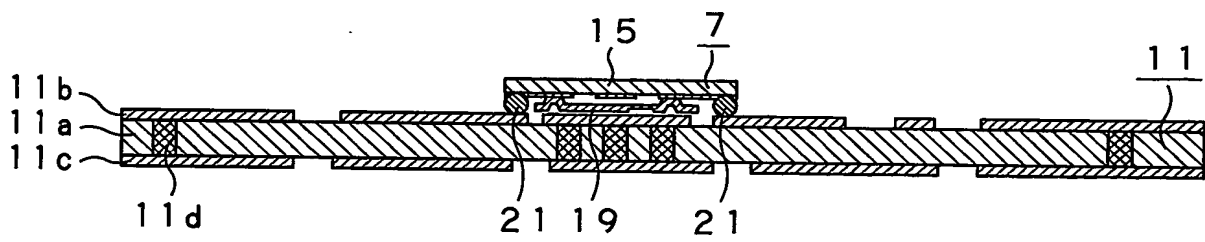


FIG. 6

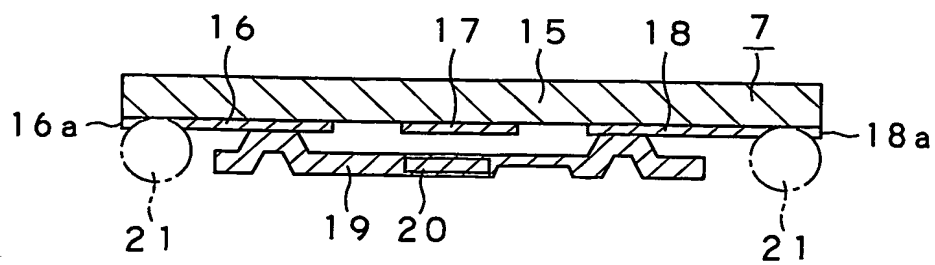


FIG. 7

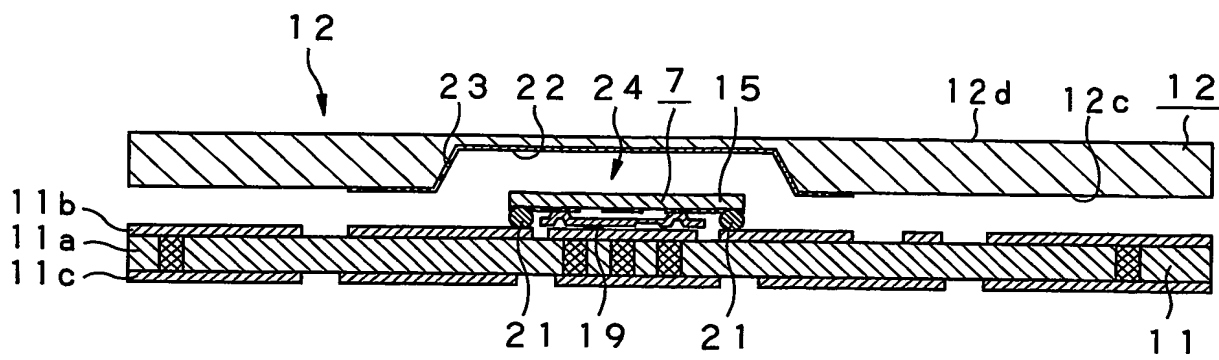


FIG. 8

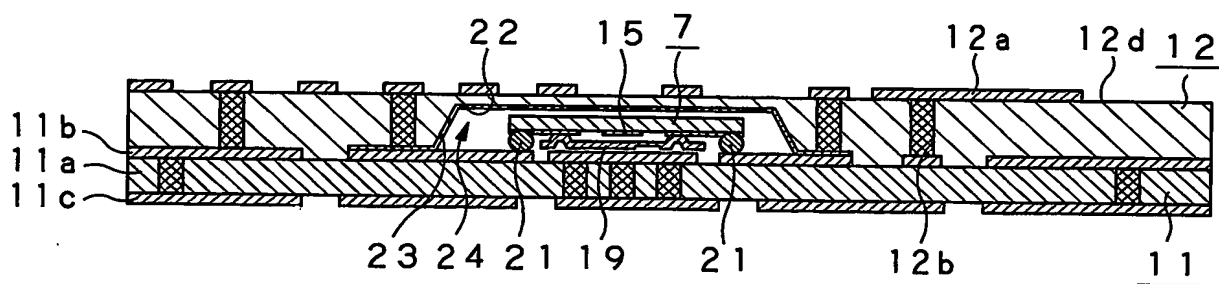


FIG. 9

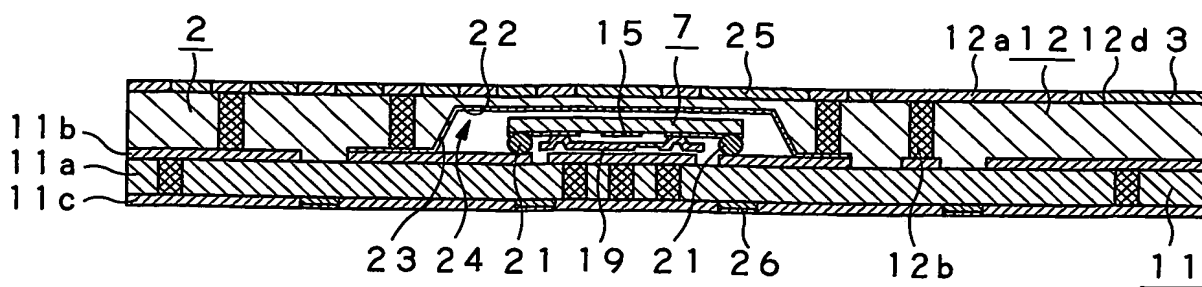


FIG. 10

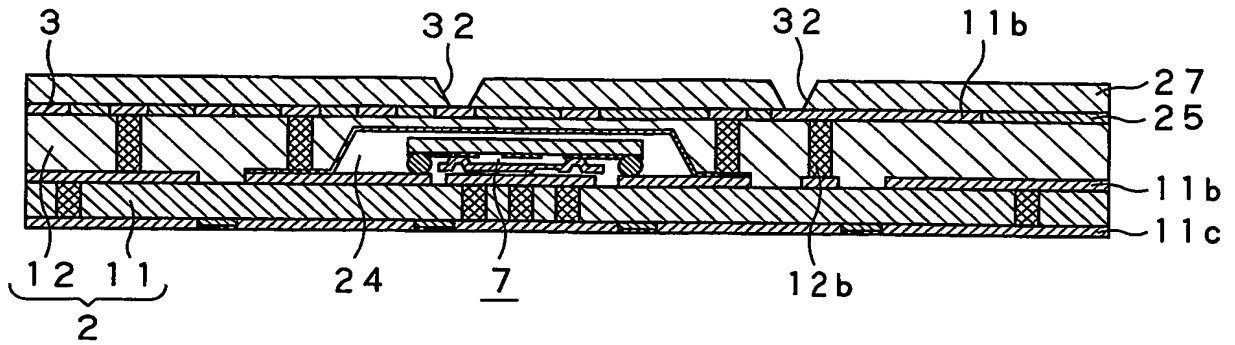


FIG. 11

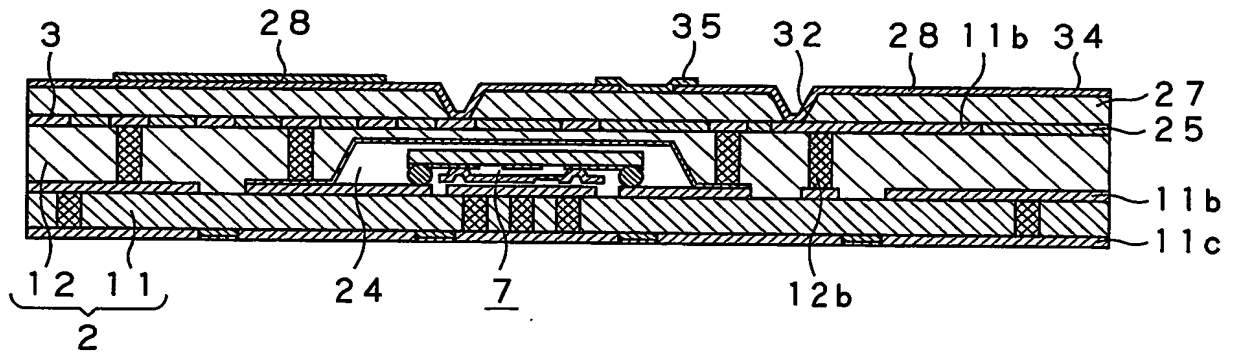


FIG. 12

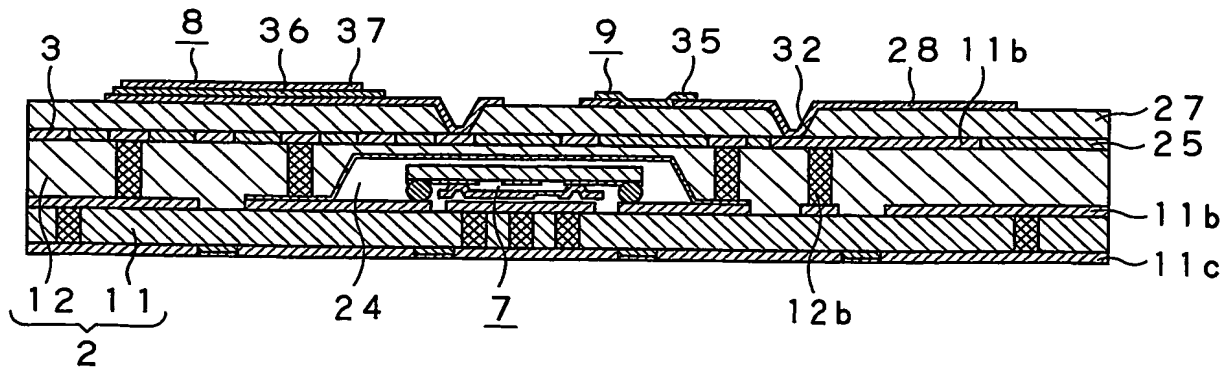


FIG. 13

7/11

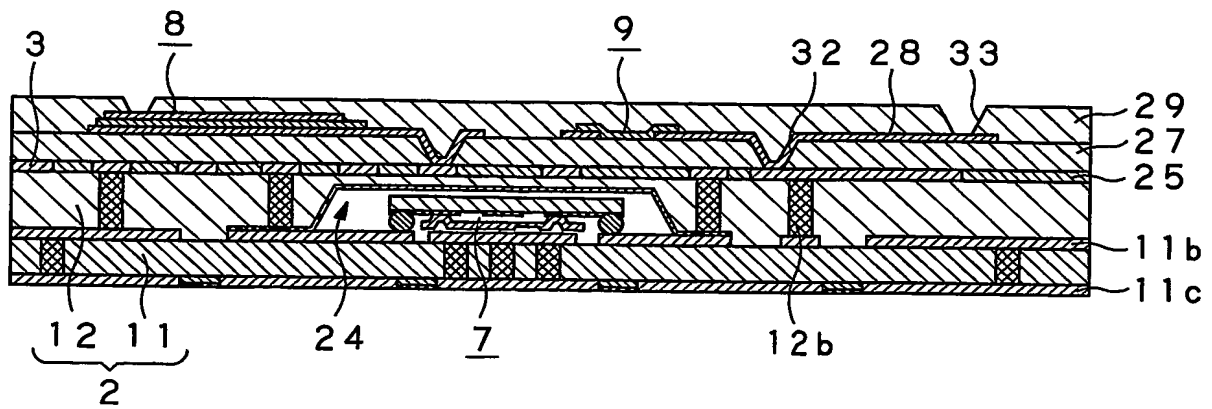


FIG. 14

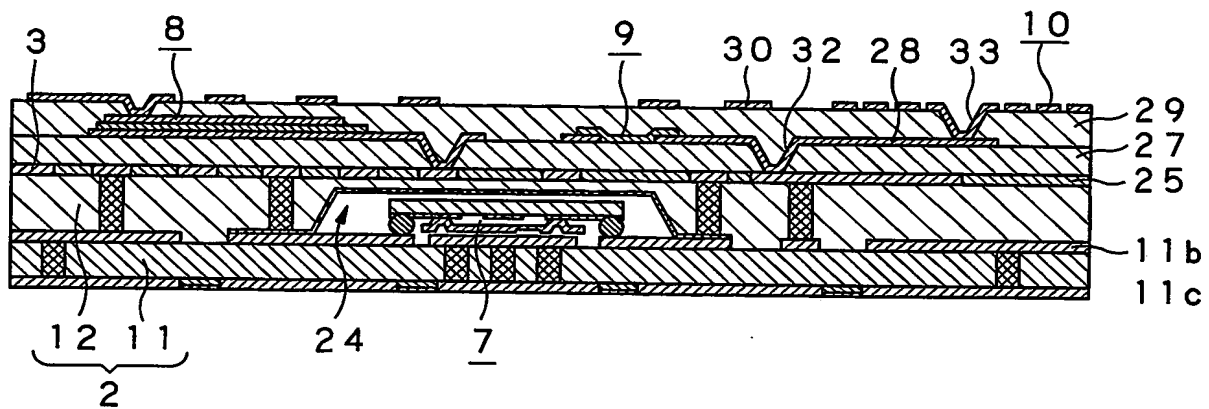


FIG. 15

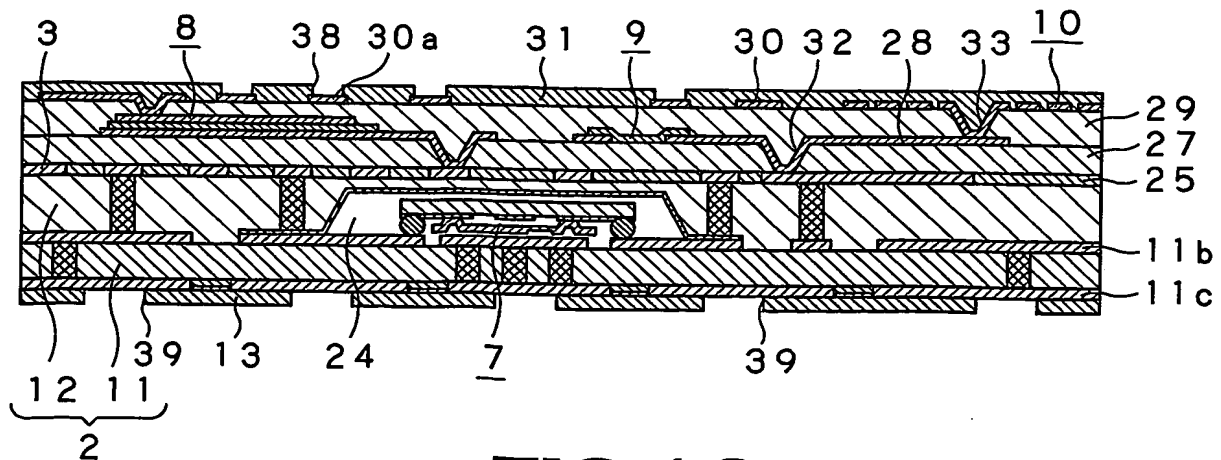


FIG. 16

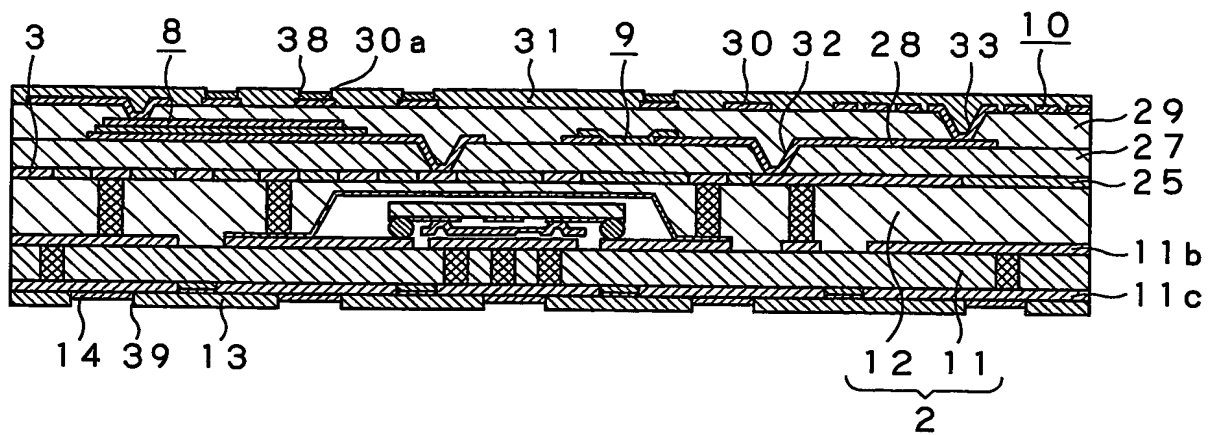


FIG. 17

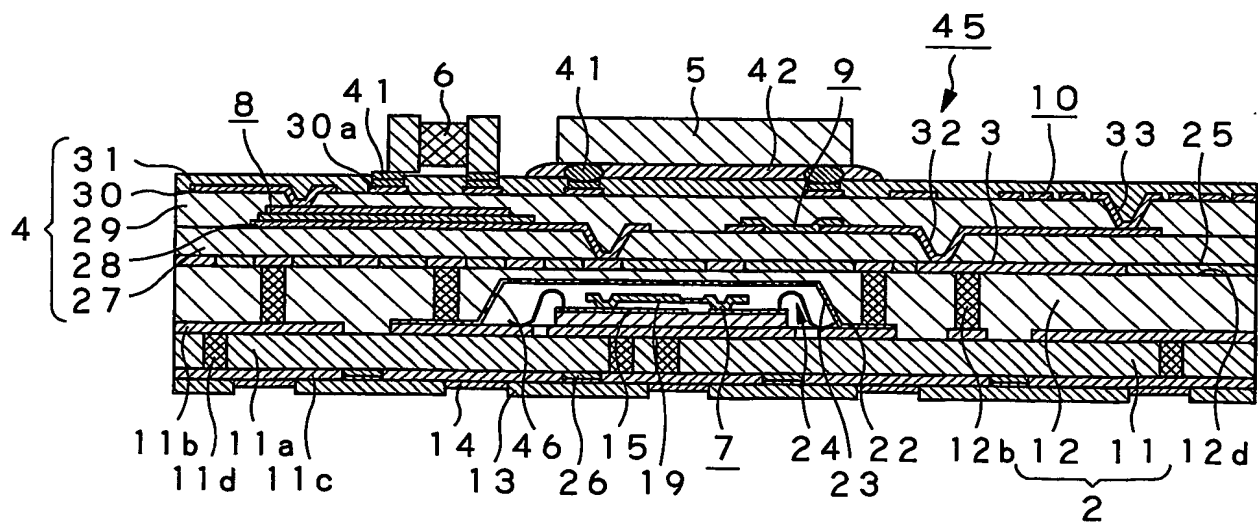


FIG. 18

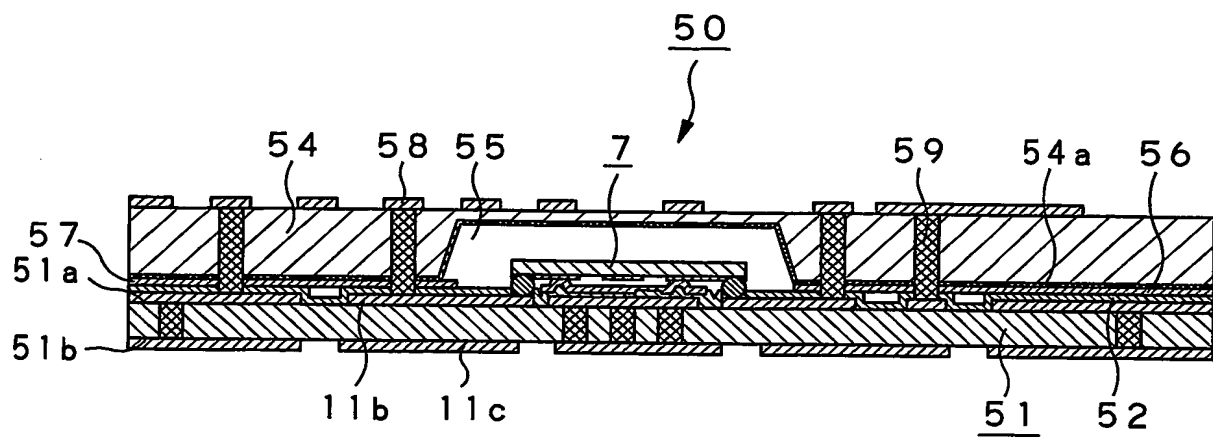


FIG. 19

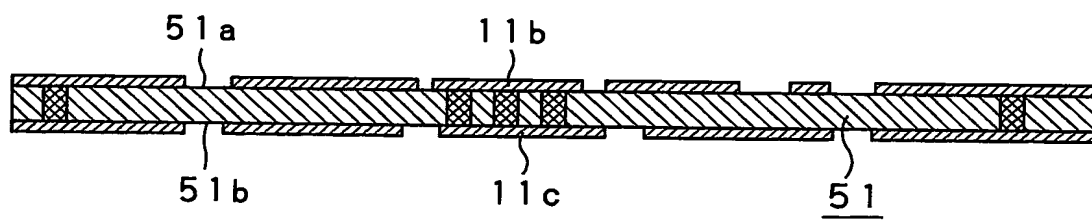


FIG. 20

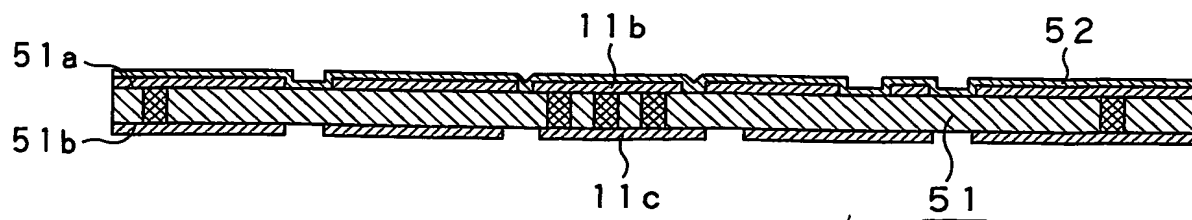


FIG. 21

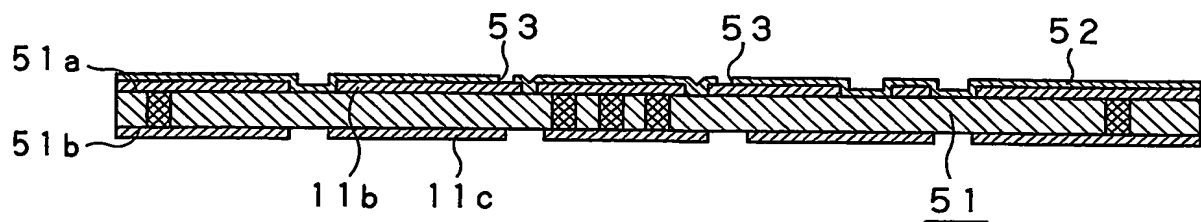


FIG. 22

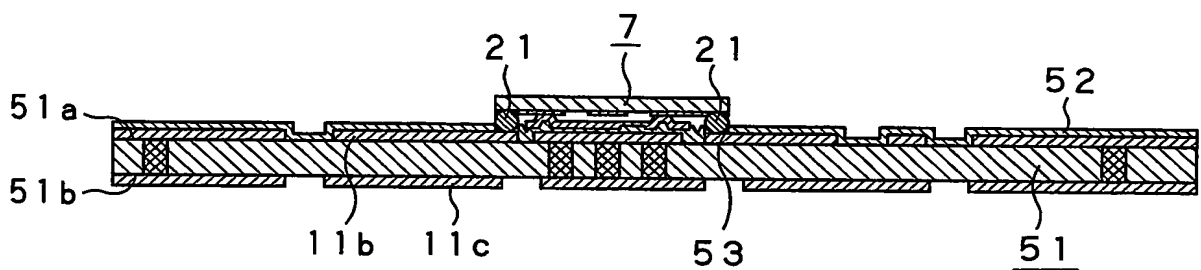


FIG. 23

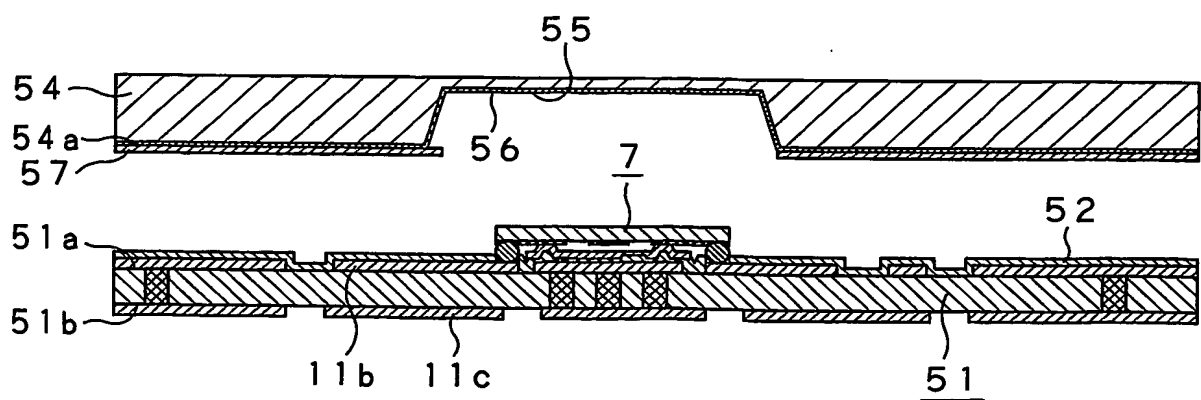


FIG. 24

11/11

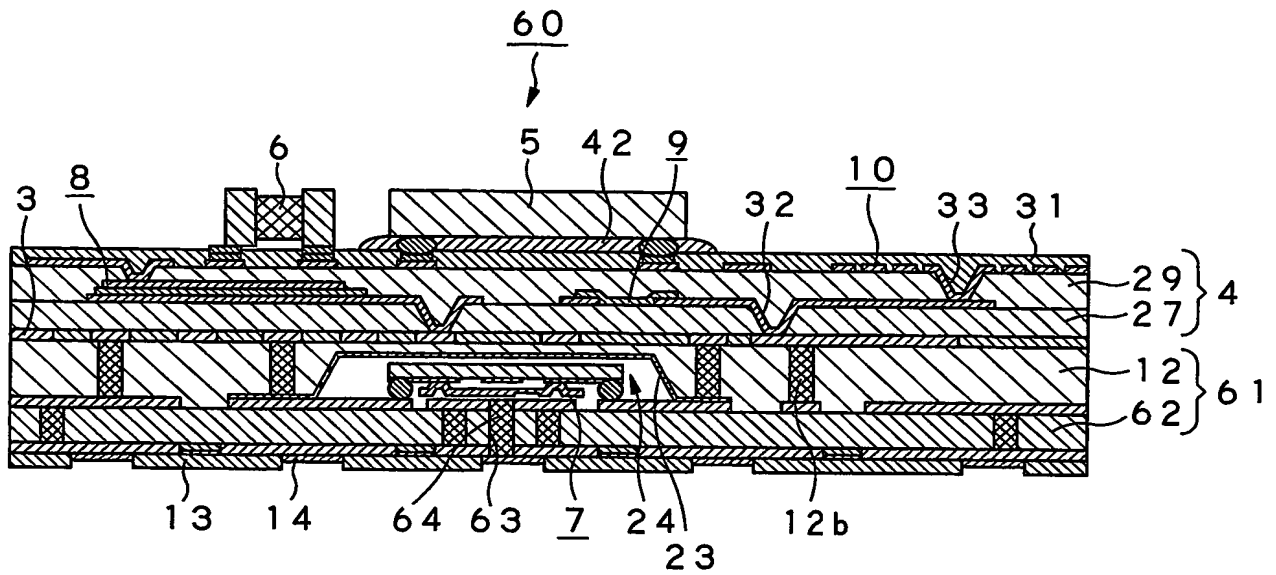


FIG. 25

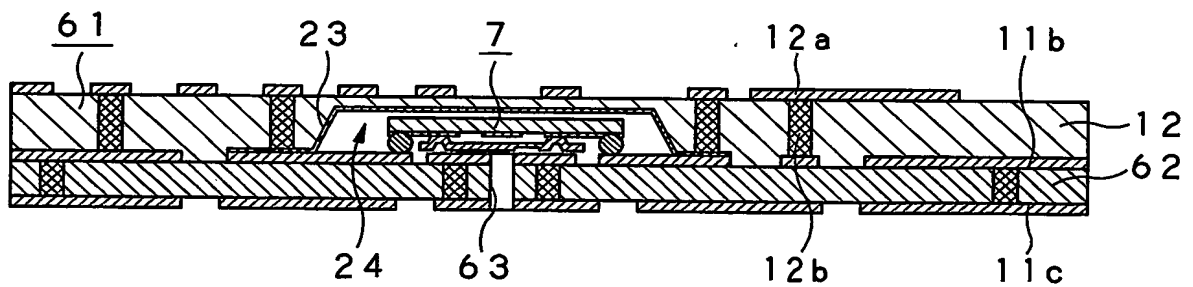


FIG. 26

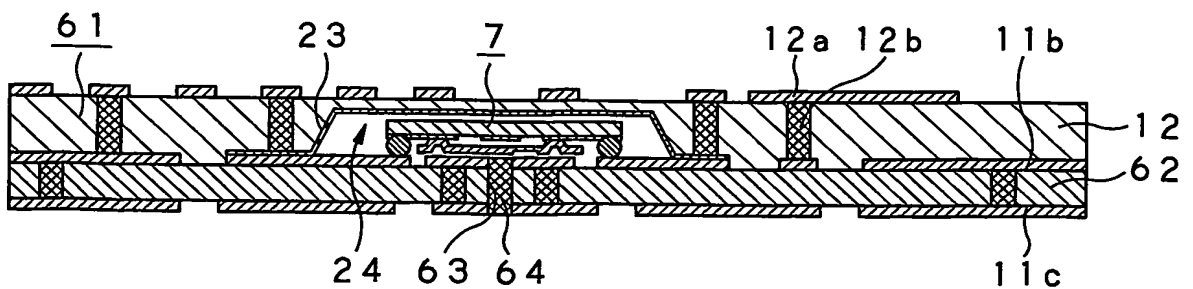


FIG. 27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07827

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L25/00, H01L23/12, H01P1/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L25/00, H01L23/12, H01P1/12, H05K3/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2003 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2003 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2003 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| X Y A | EP 1069616 A (SONY CHEMICAL CORP.), 17 January, 2001 (17.01.01), Par. Nos. [0052] to [0077], [0103] to [0119] & CN 1280056 A & JP 2001-24333 A & KR 2001049762 A & US 6404052 B1 | 1-3, 5, 7-9, 11, 14, 17 6, 10, 19-21 4, 12, 13, 15, 16, 18, 22-27 |
| X <u>Y</u> <u>A</u> | JP 2000-223837 A (Kyocera Corp.), 11 August, 2000 (11.08.00), Par. Nos. [0012] to [0031] (Family: none) | 1, 2, 7-9, 11, 14 6, 10, 19, 20 <u>3-5, 12, 13,</u> <u>15-18, 21-27</u> |
| X <u>Y</u> <u>A</u> | JP 2001-291817 A (Sony Corp.), 19 October, 2001 (19.10.01), Par. Nos. [0026] to [0037], [0045] to [0052] (Family: none) | 1-3, 5, 7-9, 11 <u>6, 10, 19-21</u> <u>4, 12-18,</u> <u>22-27</u> |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 August, 2003 (28.08.03)

Date of mailing of the international search report
09 September, 2003 (09.09.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/07827

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Y A | CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 792/1992 (Laid-open No. 59847/1993) 06 August, 1993 (06.08.93), Par. No. [0016] (Family: none) | 6 12, 13, 24 |
| Y A | EP 1061577 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.), 20 December, 2000 (20.12.00), Par. Nos. [0033] to [0037] & JP 2000-357771 A | 10, 19-21 18, 22-27 |
| A | JP 9-321439 A (NEC Corp.), 12 December, 1997 (12.12.97), Par. Nos. [0019], [0020] & US 5780776 A | 13, 24 |
| P, X | JP 2003-100937 A (Hitachi, Ltd.), 04 April, 2003 (04.04.03), Par. Nos. [0019] to [0029], [0044], [0048] to [0051] (Family: none) | 1-3, 5-8, 11, 12, 14, 17, 19-23, 25 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L25/00, H01L23/12, H01P1/12

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L 25/00, H01L 23/12, H01P 1/12
H05K 3/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2003年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2003年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2003年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| X | EP 1069616 A (SONY CHEMICAL CORPORATION) 2001.01.17 [0052] - [0077] [0103] - [0119] | 1-3, 5, 7-9, 11, 14, 17 |
| Y | | 6, 10, 19-21 |
| A | &CN 1280056 A &JP 2001-24333 A &KR 2001049762 A &US 6404052 B1 | 4, 12, 13, 15, 16, 18, 22-27 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.08.03

国際調査報告の発送日

09.09.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

今井 拓也



4R

9169

電話番号 03-3581-1101 内線 3469

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| X Y A | JP 2000-223837 A (京セラ株式会社) 2000.08.11 【0012】 - 【0031】 (ファミリーなし) | 1, 2, 7-9, 11, 14 6, 10, 19, 20 3-5, 12, 13, 15-18, 21-27 |
| X Y A | JP 2001-291817 A (ソニー株式会社) 2001.10.19 【0026】 - 【0037】 【0045】 - 【0052】 (ファミリーなし) | 1-3, 5, 7-9, 11 6, 10, 19-21 4, 12-18, 22-27 |
| Y A | 日本国実用新案登録出願4-792号 (日本国実用新案登録出願公開5-59847号) の願書に最初に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM 1993.08.06 【0016】 (ファミリーなし) | 6 12, 13, 24 |
| Y A | EP 1061577 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD) 2000.12.20 【0033】 - 【0037】 & JP 2000-357771 A | 10, 19-21 18, 22-27 |
| A | JP 9-321439 A (日本電気株式会社) 1997.12.12 【0019】 【0020】 & US 5780776 A | 13, 24 |
| PX | JP 2003-100937 A (株式会社日立製作所) 2003.04.04 【0019】 - 【0029】 【0044】 【0048】 - 【0051】 (ファミリーなし) | 1-3, 5-8, 11, 12, 14, 17, 19-23, 25 |